LIBRARY
FISH & WILDLIFE SERVICE
PACIFIC OCEANIC FISHERY
INVESTIGATIONS

SEP 25 1951

北海道大學
水產學部研究彙報

第二卷　第一號

BULLETIN
OF THE
FACULTY OF FISHERIES
HOKKAIDO UNIVERSITY

VoL. 2,　No. 1

北海道大學水產學部（函館）發行

Hakodate, Japan.

June, 1951

目　次

北海道噴火灣に於けるボタンエビ (*Pandalus hyposinotus BRANDT*) の研究
（第1報）……五十嵐　孝　夫（1）

海洋底質の化學的研究
第3報　北海道北西海域に於ける海底腐植の分布に就いて……加　藤　健　司（10）

海藻に關する化學的研究
第3報　「アマノリ」の種類別及び季節別の窒素形態の變化……高　木　光　造（31）

青黴の物質代謝に就いて
I．培養液の物質代謝と酸化還元電壓……吉　村　克　二（43）

貯藏性水產食品製造に關する研究
第7報　液體燻製中のフオルムアルデヒドの魚體內への滲透量と、その操作による防腐性に就いて……谷川　英一，秋場　稔，今井　五郎（51）

第8報　魚類煮乾品の一種所謂「海の星」の貯藏性に就いて……谷川　英一，秋場　進，元廣　輝重（55）

第9報　壓搾乾燥食品製造に關する研究……谷川　英一，秋場　稔，元廣　輝重（65）

海水の化學的研究
第1報　ハロゲンの定量に就いて（其の1）……鈴木　昇（69）

漁網染料の効力（第2報）……川崎毅二，上野元二（81）

中層トロールに關する一考察（續報）
ワープの長さとオツターボードの開きとの關係に就いて……小林喜一郎，高橋廣彌（86）

CH^2 表に依る傍子午線高度緯度法に就いて……日向政明，平岩節（90）

磁氣羅針儀自差修正に就いて……日向政明（100）

Studies on *Isoyake* or "Decrease of Seaweeds" along the Coast of Northern Japan.
……Hikoei OHMI (109)

eliminary note on the Activation of the Egg in the Crucian Carp (*Carassius auratus*)……Shigeru HAMANO… 172
udies on Bound Water in Fish Meat Muscle (II) ……Minoru AKIBA… 176
study on the Correction of Magnetic Compass……Masaaki HYUGA… 214
類棲息地の環境條件に關する研究
第3報 室蘭港について（其の二）……谷田專治・加藤健司・奥田泰造… 220
寄貝肉の化學的研究
第2報 北寄貝水煮罐詰の黒變について……元 廣 輝 重… 231
udies on Bound Water in Fish Meat Muscle (III) ……Minoru AKIBA… 239
udies on the Extraction of Fish Liver Oil.
1. Examination on Vitamin A Containing Fish Livers and Its Method. ……Kiichi MURATA and Matsuo SUZUKI… 262
2. The Extraction of Oil from Fish Livers Containing High Vitamin A Unit. ……Kiichi MURATA and Matsuo SUZUKI… 266
3. The Extraction of Oil from Fish Livers Containing Low Vitamin A Unit. ……Kiichi MURATA and Matsuo SUZUKI… 273
洋底質の化學的研究
第5報 海底土による海水溶存酸素の消費作用について……奥田泰造・加藤健司… 281
藻に關する化學的研究
第4報 含硫黄アミノ酸の檢索……{高木光造 鈴木松朗}… 293
第5報 アマノリ中の有機塩基に就いて……高 木 光 造… 297
陽觀測による正午位置決定に就いて……平 岩 節… 302

北海道大學水產學部研究彙報（第二卷）

總　目　次

北海道噴火灣に於けるボタンエビ（*Pandalus hyposinotus BRANDT*）の研究（第1報）
……五十嵐　孝　夫……

海洋底質の化學的研究
第3報　北海道北西海域に於ける海底腐植の分布に就いて……加　藤　健　司……1

海藻に關する化學的研究
第3報　「アマノリ」の種類別及び季節別の窒素形態の變化……高　木　光　造……3
青黴の物質代謝に就いて　I. 培養液の物質代謝と酸化還元電壓……吉　村　克　二……4

貯藏性水產食品製造に關する研究
第7報　液體燻製中のフオルムアルデヒドの魚體内への滲透量と、その操作による防腐性について……谷川英一・秋場稔・今井五郎……5
第8報　魚類煮乾品の一種所謂「海の星」の貯藏性について
……谷川英一・秋場進・元廣輝重……5
第9報　壓搾乾燥食品製造に關する研究……谷川英一・秋場稔・元廣輝重……6

海水の化學的研究　第1報　ハロゲンの定量に就いて（其の1）……鈴　木　　昇……6
漁網染料の効力　第2報　……川崎毅一・上野元一……8
中層トロールに關する一考察（續報）
ワープの長さとオツターボードの開きとの關係に就いて……小林喜一郎・高橋廣彌……8
CH^2表に依る傍子午線高度緯度法に就いて……日向政明・平岩節……9
磁氣羅針儀自差修正に就いて……日向政明…10

Studies on *Isoyake* or "Decrease of Seaweeds" along the Coast of Northern Japan.
……Hikoei OHMI……10

Studies on the Cause of the Springer of Canned Salmon.
……Eiichi TANIKAWA and Yasunosuke INOUE……11

Studies on the Amino-acids in the HCl and $Ba(OH)_2$ Hydrolysates of the Acid-fast Bacteria by the Paper Partition Chromatography.
……Kiyoshi NAGAO…11

海洋底質の化學的研究
第4報　北海道北西海域における海底土の化學的組成について……加　藤　健　司…11
塩辛の細菌學的研究
第3報　塩辛熟成中に於ける細菌數の變化について……長　尾　　清…11

北寄貝肉の化學的研究
第1報　北寄貝肉の一般成分……元　廣　輝　重…11
貯藏性水產食品製造に關する研究
第10報　ライフアン袋による水產物の貯藏……谷川英一・福田正彦・秋場稔…11
第11報　食品表面への塩酸ゴム被膜形成による食品の防腐
……谷川英一・福田正彦・秋場稔…11

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/bulletin-fisheries-science-hokkaido_1951-06_2_1

BULLETIN
OF THE
FACULTY OF FISHERIES
HOKKAIDO UNIVERSITY

VOL. 2

1951

北海道大學
水產學部研究彙報

第二卷

北海道大學水產學部
函館市港町
HAKODATE, HOKKAIDO, JAPAN

北海道噴火灣に於ける
ボタンエビ (*Pandalus hyposinotus BRANDT*) の研究 (第1報)

五十嵐　孝　夫　(水產動物第一教室)

STUDIES ON *Pandalus hyposinotus BRANDT* IN FUNKA BAY, HOKKAIDO

Takao IGARASHI

(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

This paper presents a study of the life histories of the prawn, *Pandalus hyposinotus BRANDT*, which makes up the commercial prawn caught of Funka Bay.

The spawning season for this species extends from August to February. The ovigerous females carrying eyed eggs are found mainly from September to January, and hatching takes place during February to March. In some females that are carrying eggs, usually in the eyed stage, it is found that the ovaries contain ripe eggs (Table. 6), so these females undoubtedly spawn twice in a year.

This species is protandric hermaphroditism. The male changes to female at the end of 3 years, then the female matures and copulates with the male in early summer of the fourth year. After the eggs have hatched out the most part of ovigerous females disappear from the commercial catch, so that the life of *P. hyposinotus* seems to be 4 years. (Fig. 4)

1　緒　　言

噴火灣に產する俗稱ボタンエビ (*Pandalus hyposinotus BRANDT*) は北海道に於てはホツカイエビ (*Pandalus kessleri CZERNIAVSKI*) と共に重要な食用蝦で、*Pandalus* 屬の中で最も大形のものであり、且美しい色彩を持つた種類である。その漁獲は道内に於ては噴火灣がその大半を占め、特に南岸の森町、落部村、砂原村に於て、小手操業者に依つて陸揚げされ、カレイ類の漁獲と併せて重要な漁獲物であるが、近時小手操船の氾濫增加に加うるに亂獲のため著しくその產額を減じて來た。戰前に於てはその重要性が認められ、一時北海道水產試驗場に依り生態調査が施行されたが、その生態については未だ不明の點が多く、その詳細なる調査の要あるを認め、今回北海道水產試驗場の協力を得、昭和24年11月より調査を開始し今日猶續行中であるが、現在 (昭和26年2月) 迄に知られたる事項、即ち產卵期、年齡、成長、生活史、性の轉換等を知るを得たので玆に報告する。

猶本研究に於て北海道水產試驗場蒲原八郎技官より多大の御援助を得たこと及び本稿を草するに當り北海道大學佐藤信一教授より終始御懇切なる御指導を賜つたことに對し深甚なる謝意を表する。

I. 材料及び調査方法

本研究に用いた材料は昭和24年11月より昭和26年2月に至る間、何れも噴火灣に於て漁獲され

主要漁場である落部村、森町に陸揚げされたものを用いた。猶噴火灣に於ては夏季 7～8 月の間は手操船の禁漁期間となつて居る關係上、その間の材料は得られず、實際に使用した材料は、昭和24年11月より翌3月迄のものと、昭和25年10月より翌2月迄の間に得た材料である。

調査の方法としては昭和24年11月より翌3月に至る間は主として、年齢組成、成長度、性の轉換を調査する目的をもつて、各月1回、現地に赴き雌雄各100匹（此の際性の轉換途中のものも雄として取扱つた）、計1,000匹に就き、體長、頭胸甲長を測定し、各月に出現する體長のモードを雌雄別に比較した（Table 4）。猶體の各部の測定は固定後之を精査した。

又昭和25年10月より翌年2月に至る間は主として產卵に關する事項を調査する目的を以て陸揚された抱卵蝦約415匹に就いて、生殖巢抱卵數、卵の大さ、熟度、產卵回數等を調査した（Table 5, 6）。猶卵を抱卵蝦より外し、之を實驗室內に於て飼育し、その發生經過を觀察した。

Ⅱ．本種の分類學的位置

Pandalus 屬の研究は STIMPSON（1860）、RATHBUN（1902, 1904）、DOFLEIN（1902）、BRASHNIKOW（1907）、BALSS（1914）、菊地（1932）、爪田（1932）、横谷（1933）があるが、本種と近似の種を擧げると次の第1表の如くである。

Table 1　Rostrum formula of *Pandalus*.

Locality	Rostrum formula	$\frac{R}{C}\times 100$	Author	Scientific name
Alaska	$\frac{17\sim22}{7\sim9}$	103	J. RATHBUN	*P. latirostris RATHBUN*
Aleutian Islands	$\frac{20\sim21}{8\sim9}+3$	136	T. BRANDT	*P. hyposinotus BRANDT*
West coast of Saghalien	$\frac{17\sim20}{8\sim9}+3$	141	T. URITA	〃
Akita	$\frac{18\sim20}{8\sim9}+3$	136	〃	〃
Toyama	$\frac{18\sim20}{8\sim9}+3$	147	TOYAMAKEN F. I.	〃
East coast of Korea	$\frac{19\sim20}{8\sim10}+3$	133	T. URITA	〃
Nemuro	$\frac{11\sim12}{6\sim7}$	105	H. BALSS	*P. hyp. meridionalis BALSS*
Vladivostok	$\frac{10\sim14}{7}$	112	〃	〃
Nagasaki	$\frac{14}{7}$	108	〃	〃
Odomari	$\frac{10\sim14}{6\sim7}$	115	T. URITA	〃
Kumano-nada	$\frac{10\sim14}{8\sim9}+3$	123	Y. YOKOYA	*P. nipponensis YOKOYA*

噴火灣の *Pandalus* に就いて額角齒の大さ、及び額角齒の配列を測定したが、その結果は Table 2 の如くであり、Table 1 の *P. hyposinotus BRANDT* に相當すると見るべきであり、且横谷氏に依る *P. nipponensis YOKOYA* は和名としてボタンエビなる名稱が附せられてあるが、本種とは全然別

個の種であることが知られる。

Table 2. Rostrum formula of *Pandalus hyposinotus BRANDT*, in Funka Bay.

	Sex	Range	Mode	Mean	Samples
Number of upper teeth	♂	17～20+2～3	19+3	18.934±0.024～2.655±0.033	162
	♀	17～20+2～3	19+3	18.856±0.036～2.882±0.027	116
Number of lower teeth	♂	7～9	9	8.610±0.038	162
	♀	7～9	9	8.544±0.006	116
Carapace		100	100	100	
$\frac{R}{C}\times 100$	♂	120～177	147.0	149.37±0.865	162
	♀	130～180	155.0	153.98±0.913	116

Ⅲ. 形　　態

本種の形態は (Fig. 1) に示す如く、額角が著しく強大で逆への字状に頭胸甲長の略々 1.5 倍に達し、前半部は斜前方に突出してゐる。上縁後半部に 19 歯前後の歯を有し、その中後方の 8～10 歯は頭胸甲上の顕著な隆起上にあり、最後の歯は頭胸甲の中央より稍々後方に位し、前半部には歯を欠くも先端に近く 2～3 歯あり、下縁には 8 歯内外を備える。腹甲は平滑なるも第 3 腹節に鈍い背面隆起がある。第 4 及び第 5 腹節には側甲後縁に小さい切込みを有してゐる。尾節は次第に先細となり、6 對前後の背側歯を有し、後端縁には 5 棘を有し (Fig. 2. B)、第 6 腹節の約 1.5 倍で尾扇肢と略々等長である。第 1 觸角鞭は 3 節からなり、頭胸甲長の約 1.8 倍、第 3 顎脚は脚状をなし、第 2 觸角鱗片を

Fig. 1　*Pandalus hyposinotus BRANDT.*

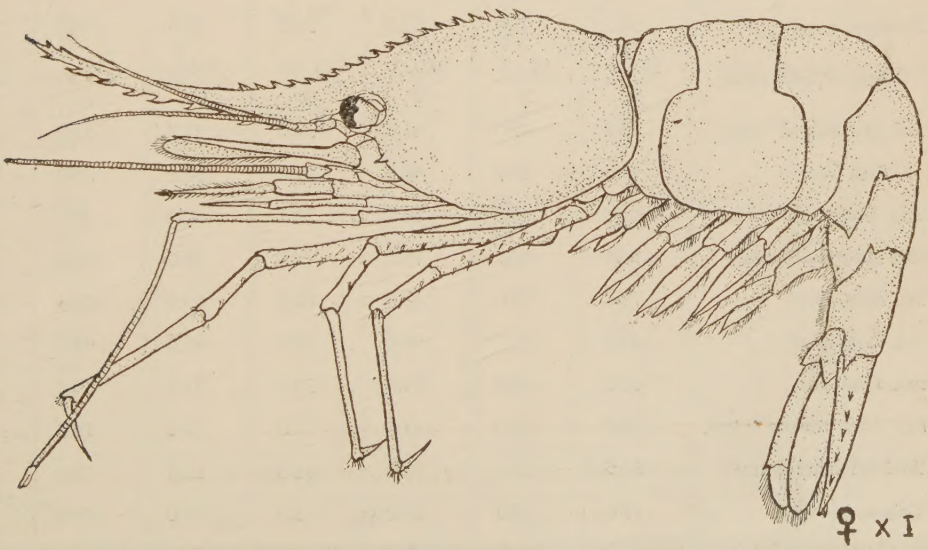
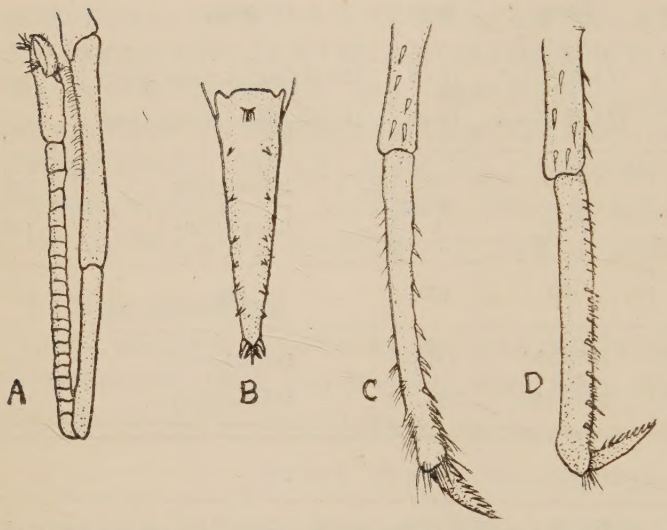


Fig. 2 A. 2nd leg (left) × 4
B. Telson × 3
C. 5th leg × 4
D. 3rd leg × 5



僅かに超越する。第1胸脚は纖細で、第3顎脚より短く鉗をなさず、第2胸脚は極めて纖細で左右不相稱で共に鉗をなして左脚は右脚より著しく長く、額角先端を超越する。腕節は左脚65節、右脚では20節前後に分節される (Fig. 2. A)。第3胸脚は第2胸脚より强壯であり、長節、腕節の後緣に多數の小棘を有し、前節の後緣には無數の剛毛を有してゐる (Fig. 2. D)。第4、第5胸脚は第3胸脚に近似するも全長に於て第3胸脚よりも少しく短い。前節の後緣は比較的長い整列した棘を有してゐる (Fig. 2. C)。第一附屬肢

Table 3. Measurments of *Pandalus hyposinotus BRANDT*, measuring 117.0～165.0mm in total length.

Specimen No.	1	2	3	4	5	6	7
Sex	♀	♀	♀	♀	♂	♂	♂
Total Length (mm)	152.0	165.0	140.0	132.0	128.0	117.0	133.0
Body Length (mm)	114.0	124.0	105.0	96.0	92.0	83.0	97.0
Length of Carapace (mm)	37.0	40.0	34.0	31.0	30.0	26.5	31.0
L. of Rostrum (mm)	38 0	41.0	35.0	36.0	36.0	34.0	36.0
No. of Rostral spines (mm)	19+3 / 9	18+3 / 9	19+3 / 9	18+2 / 8	19+3 / 9	19+2 / 9	19+3 / 9
L. of 3rd Maxilliped (mm)	44.0	47.0	41.0	37.0	37.5	33.0	39.0
L. of 1st Leg (mm)	45.0	47.0	40.0	37.0	36.0	34.0	38.0
L. of 2nd Leg (right) (mm)	61.0	69.0	54.0	51.5	50.0	45.0	53.0
L. of 2nd Leg (left) (mm)	92.0	98.0	79.0	76.0	76.0	63.5	78.5
L. of 3rd Leg (mm)	72.0	79.0	63.0	62.5	59.0	53.5	63.0
L. of 4th Leg (mm)	65.0	72.0	58.0	55.5	52.5	45.0	57.0
L. of 5th Leg (mm)	61.0	68.0	54.0	55.0	51.5	43.0	53.0
L. of 6th Abd. somite (mm)	15.0	16.0	13.5	13.0	12.0	11.0	11.0
L. of Abd. pleuron (mm)	20.5	22.0	18.0	16.0	12.5	12.0	12.0
L. of Telson (mm)	23.0	25.0	20.0	19.0	18.0	19.0	19.0

の内肢は雄では顯微鏡的な剛毛を有し先端が二叉しているが、雌では先端が單一である。又第2附屬肢の内肢は内緣基部に1個の Stylumblis と1個の雄性突起 (Appendix masculina) とを有し雌にては Stylumblis のみを有してゐる (Fig. 3)。體色は淡黄紅色又は桃色で第1觸角鞭狀部、顎脚は赤褐色と地色とで手綱染になつてゐる。腹部の各環節には巾の狹い赤褐色の模様と白色の斑を有してゐる。猶本種の各部の測定値は第3表の如くである。

Ⅳ. 漁期及び成長

噴火灣に於ては11～12月に於て業者の俗に稱する「大エビ」と「中エビ」とが出現する。即ち「大エビ」と稱するのは何れも抱卵した雌で Table 4 に示す如く大體全長 150mm を中心とした群であり、「中エビ」と稱するのは雄が大部分で、全長120～130mm前後のものである。11月より翌年2月、特に2月に於て多數漁獲されるのであるが、「小エビ」と稱する全長 100mm 前後の群が見られるがその性徴 (Fig. 3) を見ると全部が雄の形態を備えてゐる。即ち11月より3月頃にかけて、全長100mm 前後の群、120～130mmの群、150mm 前後の群とが出現するのであるが、120～130mm を前

Table 4. Monthly frequency of the total length.

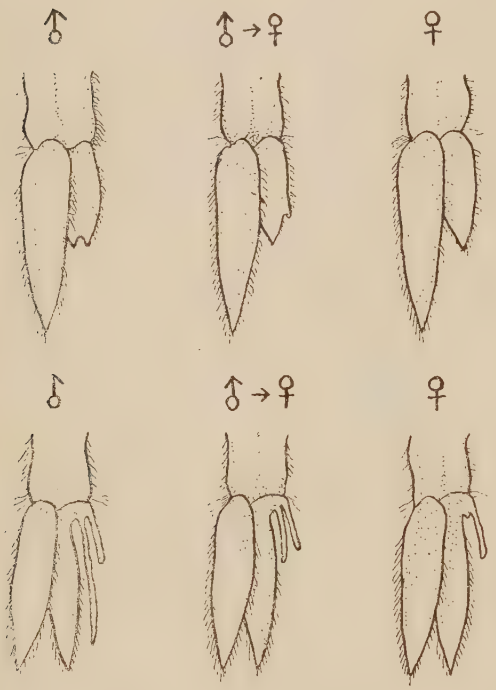
← : transitional stage from ♂ to ♀.

× : immatuer.

Total length (mm)	Nov.			Dec.			Jan.				Feb.				Mar.			
	♂	→	♀	♂	→	♀	×	♂	→	♀	×	♂	→	♀	×	♂	→	♀
180 ～ 185										2				1				2
175 ～ 179						1				1								1
170 ～ 174																		1
165 ～ 169			1			2			1	4				2				3
160 ～ 164			6			4			1	10		1	2	5				18
155 ～ 159			20			19				18			1	20			1	15
150 ～ 154			32		2	28		2	5	25		1	1	17			3	16
145 ～ 149		4	6	7	1	17				10		2	3	15			3	9
140 ～ 144	2	11	4	11	12	3		3	9	6		4	7	15		7	1	15
135 ～ 139	8	8	18	14	13	8		7	6	13		6	6	9		6	1	7
130 ～ 134	13	6	6	18	6	11		8		7		5	1	3		11		7
125 ～ 129	27		6	10	1	5		5		2		6		11		13		2
120 ～ 124	13		1	4		2		1		2		5		2		6		4
115 ～ 119	4		1	1				1								4		
110 ～ 114	4															4		
105 ～ 109	1											9				8		
100 ～ 104								13				10				11		
95 ～ 99								16				7				13		
90 ～ 94								9				3				4		
85 ～ 89												3				1		
80 ～ 84							7					1						
75 ～ 79							4				5	1			2			
70 ～ 74							2				7				1			
65 ～ 69											3							
Total	71	29	100	65	35	100	13	65	22	100	15	64	21	100	3	88	9	100
	200			200			200				200				200			

後としてそれより大形のものは大體抱卵していて雌であり、小形の群は全て雄であるということが出來る。猶1～2月に於て 70～80mm 位の個體が「小エビ」に混じて時に漁獲されるが、何れも性的に未熟で雌雄の區別はつかない。

Fig. 3 The upper row; The endopodite of the 1st pair of pleopods.
The lower row; The endopodite of the 2nd pair of pleopods.



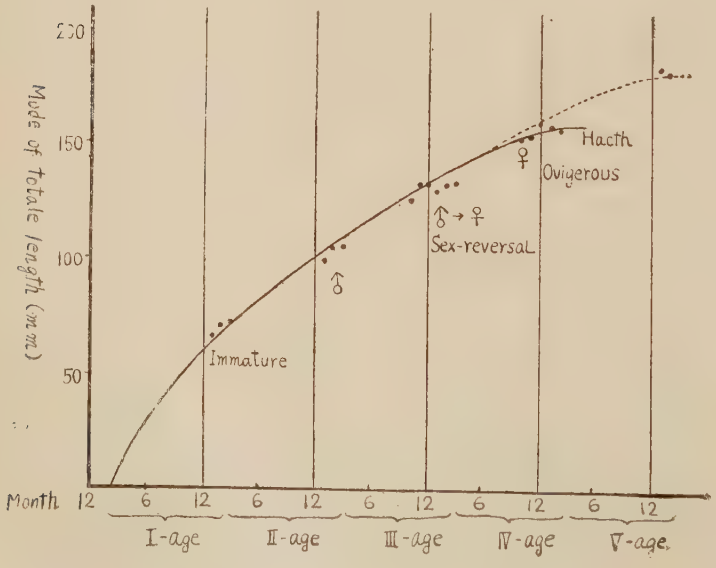
V. 性 の 轉 換

次に留意すべき點として性の轉換がある。即ち本種に於ては Fig. 3 に示す如く雌雄の性徴が明確であるが 11～12 月中に觀察した個體のうち、雄の大型と思はれる 130mm 位の個體の中で、この性徴の消失する途中のものが見られる (Fig. 3 及び Table 4)。これ等は何れも生殖巢中に卵が出來て、時期が進むにつれて卵徑が大になり、輸精管は逆に退化して細くなつて居り雄より雌への轉換途中を意味してゐる。從つて本種は正しくは雄性先熟であることが知られる。

VI. 生活史及び年齢

Table 4 に依り、その生活史及び年齢を推定するに 1～2 月に見られる全長 70～80mm の群は孵化後滿1ヶ年を經たものと見られ、又同時に出現する 100mm を前後とする群は、その體長よりして、孵化後滿2ヶ年を經たもので雄である。又11～12月に現はれる「中エビ」即ち 125mm を中心とした群は滿3ヶ年を經たものであり、こゝに於て雄より雌に移行し、性の轉換を終えるのが5～6月と思はれる。又雌の抱卵を始めるのは8～9月頃で、始めは頭部に卵を抱く形をとり、漸次腹部に移行し、10～11月に至つて腹部に抱卵するに至る。抱卵した卵は發育を續け、1～2月に發眼して孵出するのは滿4年目の終りである2～3月である。又抱卵した雌は脫皮することがないので抱卵期にあるものと、孵出直前の個體との體

Fig. 4. Diagram showing the relation between Age and Sex-reversal in *P. hyposinotus BRANDT*.



の相違よない。又若干の個體は滿3ヶ年で性の轉換をせず雄として滿4年目迄殘り、性の轉換をして滿5年目 185mm 以上の雌として現はれるものと推定される。以上よりして本種の壽命は 4～5 年であり、放卵後は斃死するものと考えられる。本種の生活史の概略は Fig. 4 の如くである。

Ⅶ. 産卵に關する事項

a. 産 卵 期（抱卵期）

抱卵蝦は 10～1 月中旬に亘つて出現し、1 月中旬て於て採集せるもので、産卵直後と思はれる無發眼の卵を抱いてゐる個體が見られるので少くとも 10～1 月中旬頃まで産卵が行はれるものと考えられる。抱卵蝦の體長は 10 月で 115～173mm、11 月で 102～176 mm、12 月では 124～168mm、1 月では 123～183mm である。全體的には 140～155mmのものが大部分で85%を占めてゐる。又雌全數に對する抱卵蝦の出現率は Table 5 に示す如く、著しい高率は11～12月の兩月に見られ、殊に 11 月は 90% 以上に達し最盛期と見做される。

Table 5. The number of ovigerous females and non-ovigerous females.

Month	Ovigerous females		Non ovigerous females		Total no. of females	Total length of ovigerous females (mm)
	No.	%	No.	%		
10	19	25.2	56	74.8	75	115～173
11	125	92.6	10	7.4	135	102～176
12	102	86.6	18	13.4	120	124～168
1	28	34.1	57	65.9	85	123～183

b. 卵の大さ及び抱卵數

卵は球形に近い楕圓形であり、その大さは發生の進度に伴つて增大し、長徑を增す。11月採集せる體長155mm の 2 個體よりとつた未發眼卵の大さを比較すると 10 個平均で夫々 0.95×0.70mm、1.10×0.80mm であつた。産出された卵は腹肢に附着せしめられるが、大部分の卵は第 1～第 3 腹肢に附着し、第 4 腹肢にはその基部にのみ僅かに附着し、第 5 腹肢には全く見られない。

抱卵數は個體に依り著しく相違するが、全體的には體長に略々比例して增大する。然しこの增大率は大體 155mm を前後としてその相を異にし、それ以上の體長では增大率は低下する。體長 102～133mm 迄の抱卵蝦 264 個體に就いて重量法て依り測定した結果、抱卵數は體長 130mm 位では 750～1,800 であり、140mm 前後で 1,500～2,500、150mm では 2,000～3,000 でそれ以上體長をもつ個體で

Table 6. Monthly frequency of the state of eggs and ovarian eggs.

Month	Ovarian eggs of ovigerous females				Ovarian eggs of non-ovigerous females		Total
	Carring eggs of early stage		Carrying eyed eggs				
	Immature	Mature	Immature	Mature	Immature	Mature	
10	10	2	—	7	56	—	75
11	38	19	2	66	10	—	135
12	42	11	3	49	7	8	120
1	13	—	13	2	—	57	85
Total	103	32	18	124	73	65	415
%	24.8	7.7	4.3	29.8	17.4	15.6	—

も抱卵數は餘り增加を見ない。

c. 産 卵 回 數

10月より1月に至る各月に得た415個體について見るとTable 6 に示す如く、發眼卵を抱き卵巢充實せるものと、放卵後と思はれる非抱卵蝦にして卵巢充實せるものがあるのは、少くとも2回目に産卵すべき卵巢の發達が充分なものであり、その出現率よりして産卵蝦のうち約半數は少くとも一産卵期中に2回産卵することが推定されるが、斷定するには至らない。猶發眼卵及び未發眼卵を夫々抱卵蝦より取りはづし、實驗室内で飼育し、その發生過程を觀察したが後日の調査研究と併せ稿を改めて發表する予定である。

2 要 約

北海道噴火灣に産するボタンエビに就いて昭和24年11月以降調査せる結果は次の如く要約される。

1. 噴火灣産俗稱ボタンエビは *Pandalus hyposinotus BRANDT* であつて他にボタンエビ *P. nipponensis YOKOYA* とあるのとは別種である。
2. 本種の雌雄の外形的識別は第2腹肢内肢に依り全長80mm位迄可能である。
3. 本種は雄性先熟であり滿3年を經て後雄より雌に性の轉換をする。
4. 産卵期は8～9月、抱卵期は10～11月であり、孵出期は2～3月である。
5. 壽命は普通4年と考えられ、生殖を終つた雌の大部分は斃死するものと考えられる。
6. 體長155mm の雌2個體からとつた未發眼卵及び發眼卵の大さは夫々10個平均で 0.55×0.70 mm～1.10×0.80mm である。
7. 少數の個體は同一産卵期中に1回乃至2回産卵するものと考えられる。

3 文 献

(Workes marked with an ※ were mot accessible to the writer)

BALSS, H. 1914. Ostasiatische Decapoden II. Die Natantia und Reptantia. Abhand. der II. Math-phys, Klasse der K. Bayer Akad. der wiss. Suppl.-Bd. 10 Abhand. ss. 29.

※BRANDT, F. 1851. Krebse in Middendorffs Reise in den ässersten Norden und Osten Sibiriens., Bd. II. Zoologie, s. 125.

※KIKUCHI, K. 1932. Decapod Crustaceans of Toyama Bay.

久保 伊津男 1937. 深海性蝦の一新種及び一不確實種. 水産講習所報告, Vol. 32, No. 2, pp. 87～95.

KUBO, I. 1949. Studies on the Peanaeids of Japanese and its adjacent waters. Jour. Tokyo college Fish., Vol. 351, No. 1, pp. 141～155.

RATHBUN, J. 1904. Decapod Crustaceans of the Northwest coast of North America. Harriman Alaska Expedition, Vol. 10, p. 46.

田村 保 1950. ボタンエビの生態. 日本水産學會誌, Vol. 15, No. 11, pp. 721～724.

爪田 友衛 1939. 日本産 (*Pandalus hyposinotus BRANDT*) と其の亞種に就いて. 動物學雜誌, Vol. 46, pp. 254～260.

---------. 1941. ぺにすじえび (*Pandalus goniurus STIMPSON*) に就いて. 動物學雜誌, Vol. 53, pp. 1～11.

YOKOYA,Y. 1930. Report on the Biological survey of Mutsu Bay. 16. Macrura of Mutsu Bay. Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ., Vol. 5, No. 3, pp. 538～441.

---------. 1933. On the distribution of Decapod Crustacians inhabiting the continental shelf around Japan. Jour. College Agr. Univ. Tokyo, Vol. 12, No. 1, pp. 1～30.

(水產科學研究所業績　第64號)

海洋底質の化學的研究

第3報　北海道北西海域に於ける海底腐植の分布について

加　藤　健　司　（無機化學海藻化學教室）

CHEMICAL STUDIES ON MARINE DEPOSITS

Ⅲ. ON THE DISTRIBUTION OF MARINE HUMUS CONTENTS IN THE SEA TO THE NORTHWEST OF HOKKAIDO ISLAND

Kenji KATO

(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

Within restricted areas where the supply of organic matter to bottom may be considered to be constant, it is possible to attribute local irregularities in the organic contents of the sediments to the effects of transporting agencies and topography.

For the purpose of clarifying the correlation between the distribution of "organic contents in deposits", —"marine humus contents"—, and oceanographic or geographic environments, some geochemical investigations have been made of 96 bottom samples from the sea to the northwest of Hokkaido Island.

In this area, the oceanographic environments and the bottom configuration are both very complicated. For example, many banks such as "Musashi" Bank, and the steep crest connecting to "Shakotan" Peninsula, rise on the continental talus, while there exsist some depressions too. Moreover, the complicated currents are fouud to have influence upon the distribution of organic contents in sediments.

The procedure herein reported was to make chemical analyses of the organic of bottom samples. Some statistical observations on these data follow in regard to the relations between the distribution of marine humus contents and the geographical factors, involving the depth of the site of deposition and the topography of the sea bottom.

From these investigations the obtained results may be summarized as follows:

(1) In this area, which consists chiefly of continental talus, ignition loss and organic carbon content increased in proportion to the depth of the site of deposition.

The correlation coefficients in samples between these organic contents and water depths were given as follows;

$$r_{loss} = 0.463 \quad \text{(on ignition loss)}$$

$$r_c = 0.344 \quad \text{(on organic carbon content)}$$

(2) However the correlation coefficient on total nitrogen content, indicated a small

value, $\gamma_h = 0.195$, thus it was hardly possible to detect any correlation between total nitrogen content and the water depth.

(3) On the ratio of carbon to nitrogen, C/N, indicating the state of the metabolism of organic substance, it seemed that C/N had no correlation to the water depth, judging from the correlation coefficient, $\gamma_{C/N} = -0.01$.

(4) The averages of data on marine humus contents were given as follows:

$\bar{X}_{loss}$, simple average on ignition loss = 9.68%

$\bar{X}_C$, 〃 on organic carbon content = 1.87%

$\bar{X}_N$, 〃 on total nitrogen content = 0.21%

$\bar{X}_{C/N}$, 〃 on C/N = 9.44

(5) The observed area might be divided to several subareas by characteristics of bottom configuration. The influence of the bottom configuration upon the distribution of marine humus contents was discussed with the confidence limit of population mean ($\alpha = 0.05$) in each subarea. Consequently, on the distribution of marine humus contents, especially of total nitrogen contents, it might be stated that the more complicated the structure of the topography of sea bottom, the more accumulated humus there was. However, it seemed that C/N was little influenced by the topography.

(6) Irregular data on marine humus content were discussed in reference to the results derived from other oceanographic or biological investigations in this area. According to these discussions, it might appear that an extreme excess of contents of total nitrogen was to be found on the banks rising in deep sea, depending upon the presence of planktonic animals, while, on the crest connecting to "Shakotan" Peninsula, the total nitrogen content depended upon the residues of benthic animals. Further, it is very interesting that an anticlockwise circulation of currents was observed in the same area, where an extremly large value for C/N was observed.

(7) A discription on the degree of the variation of marine humus distribution was suggested.

That is "the relative variation of marine humus distribution," V_R, is indicated by the following formula:

$$V_R = S_h / S_d$$

S_h ------- Standard deviation on marine humus content.

S_d ------- Standard deviation on the depth of the site of deposition.

V_R value may be convenient for the comparison of the distributional variations of marine humus contents of several areas, from where bottom samples were brought from different intervals of water depth.

1 緒 言

海底堆積物には、河川により陸地から搬入蓄積された陸成性の有機物と、海洋に生活する動植物の遺骸や、その細菌による分解産物など、種々の形の海成性の有機物とが含まれているが、これらの有

機物は一般に「海洋腐植」、或は「海底腐植」(Marine Humus)[1] と総稱されている。この海底腐植に關する研究が最近米國に於て急激となり、廣く注目を惹くに至つたが、その理由として次の事柄が擧げられている。[2]

(1) 深海底に堆積している有機物は底棲性の動物や細菌の唯一の榮養源であつて、その量の如何は其處に生活する生物の分布に大きな影響をもつていること。

(2) 海底腐植はその底質の物理的及び化學的性狀にも變化を與え、これに伴い底棲生物の性格をも支配すること。

(3) 堆積物中に含まれる海底腐植は、元來海水中に溶存していた炭素、窒素其他の元素が形を變えて固定化されたものであること。

(4) 堆積過程の有機物は石油の起源とも考えられ、新しい堆積物中に含まれる有機物の研究が石油鑛床の研究や、新油田の發見に應用されること。

斯の如く海底腐植の研究が勃興して來たにも拘らず、その定量法について充分滿足すべきものが未だ定つていないのである。而して海底腐植の含有量を代表する指標 (Index) として灼熱減量、有機炭素量及び全窒素量などが擧げられている。灼熱減量はその方法が最も簡易なため古くより、有機物の指標として廣く用いられて來たが、その底質が石灰質であつたり、また深海成の粘土質で多量の吸着結合水を含有するときは、大きくその影響をうけて變動するため、有機物量の指標としては良好なものとは云い難い。また、一部には最もすぐれた指標の一つとして、Kjeldahl 法による全窒素量を提唱している人[2] もあるが、これについても未だ問題が殘つている。一般には、有機炭素量が廣く採用されているが、これについても、未だ充分に信賴し得る簡便な定量法が見出されていない。またこの有機炭素量より腐植量を換算するに當つても學者により意見が異り[3] Trask は 1.72 を、Boysen-Jensen は 2.0 を乘じて腐植量としているが、Waksman[1] は海洋底質より腐植を抽出分離し、その結果より檢討して、有機炭素量に 1.88 を乘じて腐植量とすることが妥當であると論じている。しかし、いづれの場合も、その底質の存在した場所の水深や海底の狀態のほか、底質中の無機成分との結合の狀態や、腐植化の程度、或は新しい堆積物に於ては季節などによつて、必ずしも一定でないことは、著者[4] の有珠灣に於て試みた海底腐植の季節的變化に關する研究によつても明かである。

かくの如く、海底腐植の研究に當つては、先づ第一に、その定量法について充分の檢討がなされねばならないが、それは別の研究に讓り、分析法として可成りの問題もあるが、土壤等に於て常用されている方法に基き分析された灼熱減量、有機炭素量及び全窒素量などを海底腐植の指標として用いても、海底腐植の相對的分布を研究し、海況や海底形態などとの關連性を考察することが出來るであろう。また、これより海洋に於ける有機質の代謝循環過程の一環としての底質の役割の一端を窺うことも出來よう また、底質中の有機物の給源について見れば、陸源物質のほかに、プランクトン其他の浮棲生活の遺骸が考えられるが、それらの遺骸を分解して可溶化し或は腐植化する細菌の役割も看過することは許されない、從つて腐植の分布を研究するに際しては、細菌の問題について充分の關心が拂われねばならないが、これについて Waksman等[6] は腐植量と細菌數との間には密接な相關々係のあることを指摘している。また、海洋全般の有機質源について見るとき、Harvey[7] も述べている如く、陸地より海中に搬入される陸成性の榮養物質は、海洋自體に於て生物遺骸等より多量に生成される海洋性の榮養物質の量に比べれば、海棲生物に對する榮養源的意義は甚だ少ないものと考えられる。尙海洋に於ける有機質代謝と細菌との關係については、Waksman[6,8,9,10,11] 一派の人々によつて詳細な研究がなされたが、其後 Zobell, C. E. 一派の尨大な研究が現在まで續行され、偉大な成果を擧げているが、著者は未だ、その原報に接する機會を得ることが出來ないことを遺憾とする。しかるに、

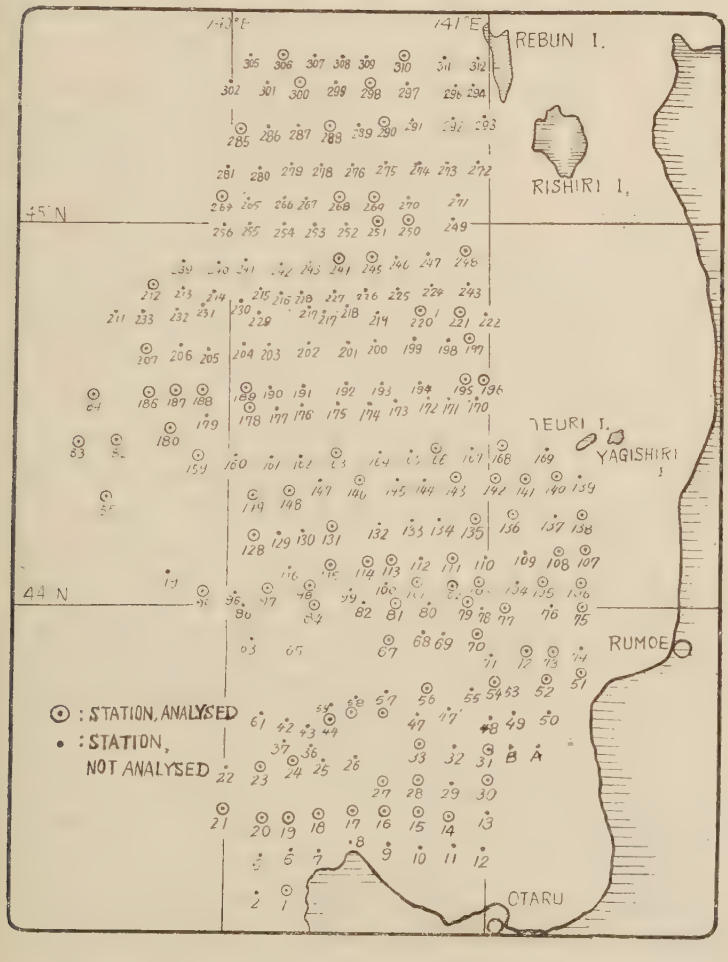
たまたま北部日本海區の漁海資源を總合的に開發利用せんとする氣運が起り、同海域の精密調査を行つてその漁場價値を究明する目的を以て、小樽機船底曳網漁業組合を母體として北部日本海深海魚田開發協會が結成され、北海道大學、舊函館水產專門學校（現北大水產學部）及び北海道水產試驗場の協力に依つて、昭和24年夏季、武藏堆を中心とする水深約150～1,200米の北海道北西海域を對象として總合的漁場調査が實施されたが、その折、著者は調査委員の一員として、漁場基礎調査部門の海底形態及び底質調査を擔當する機會を得た。その調査結果の中で漁場環境要因としての海底形態並に底質の性狀に關しては既に報告しておいた。(12)

其後更に當時採取せる底質試料の有機成分の化學分析を實施し、同海域に於ける海底腐植の分布狀態を明かにすることが出來たので、その資料に基き、海洋調査[13]（北大低溫研究所福富孝治教授）及び生物調査[14]（本學部元田茂教授）のデーターを充分參考にして、海底腐植の分布狀態に就いて地球化學的考察を試みたが、その結果を茲に報告して參考に供する次第である。尙、其他の無機成分についても、2)地點の試料について化學分析を實施したが、その結果に關しては後報に於て發表する。

本研究に際し御援助を賜つた本學部鈴木昇教授、舊函館水產專門學校教授谷田專治博士（現東北海區水產研究所增殖部長）、並に著者の止むを得ない一身上の都合により、代理として調査船に乘船し採泥に從事した奥田泰造（現東北海區水產研究所員）、及び化學分析に際し同君と共に協力を惜まなかつた中澤三武（現農林省函館農業統計調査事務所員）の諸氏に對して深甚の謝意を表する。また採泥に際しては、練習船おしよろ丸船長櫻庭誠三教授（現函館海難審判廳審判官）並に北海道水產試驗場片米地洋文技官の御協力を賜り、また測定値の推計學的考察に關して函館海洋氣象台長竹內能忠博士並に本學部三浦鐵雄助教授より種々御助言を賜つた。茲に以上の諸氏の御厚志に對して深く感謝する次第である。

なお、本研究は北部日本海深魚田開發調査協會よりの漁場基礎調査費並に文部

Fig. 1 Stations of obseration in the north-western sea to Hokkaido Island. (July～Aug. 1949.)



省科學研究費によつて行われたことを記して謝意を表する。

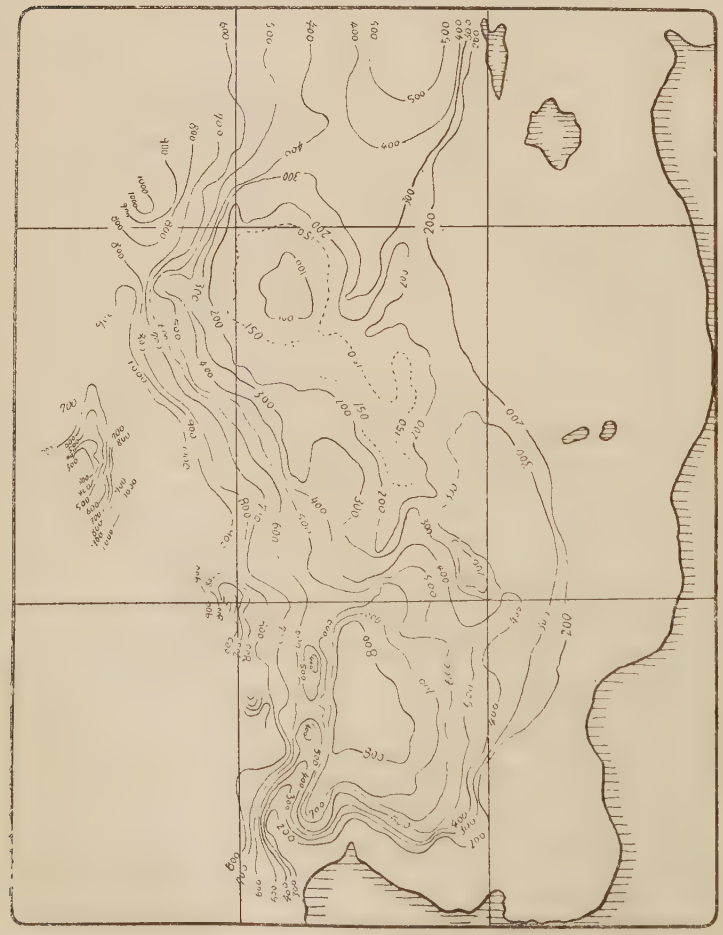
2　北海道北西海域の地理學的概觀

本海域の海底腐植を論ずるにあたり、先づその海洋學的特性と海底構造の概要を述べる必要があるであろう。

茲に北海道北西海域と稱するのは、武藏堆を中心とし、南は積丹半島神威岬南方 43°13′-N より、北は禮文島西方 45°24′N に亘り、東西は 141°17′30″-E～139°24′E に及ぶ北海道北西の所謂マツクァーサー線以内の海域で、その面積約 36,000 平方粁に及ぶ、主として 150 米以深の所謂「北部日本海深海魚田」と稱せられる海域である。

先づ本海域の海底構造と底質の概要を述べる。本海域の主要部をなすものは、44°～45°N と 140°～141°E より區切られた海域に蟠居する瓢形の武藏堆と、それに連なり 44°-N, 141°-N 附近に中心を有する小樽堆を含む水深 300～1,000 米深の陸斜（Continental Talus）である。その東は利尻、禮文、天賣及び焼尻の四島を浮べ北海道本島に延びる陸棚に連なり、西は日本海中心部の深海に下つている。また、武藏堆と陸棚との中間には、南北に水深約 250～350 米の細長い海溝部が走り、武藏水道と稱せられている。南方海域は、石狩灣に於て陸棚發達し、また積丹半島神威岬沖に突出する所謂「カムサツカ」根は更に急峻な傾斜を以て蛇行北上し一連の海峯（crest）をなして、武藏堆南端に達している。また、この海峯と石狩灣陸棚の間に、水深 600～800 米の廣範な海底盆地が抱かれている。更に西方深海部には 2, 3 の新浅堆群が聳立しているのも注目される。而して、その底質も陸棚及び深海中の浅堆に於ては砂質、砂泥質であるが、本海域の海底の大部は泥質を以て蔽れている。（第 1, 2 圖）

Fig. 2　Bottom Topography of the north-western sea to Hokkaido Island.

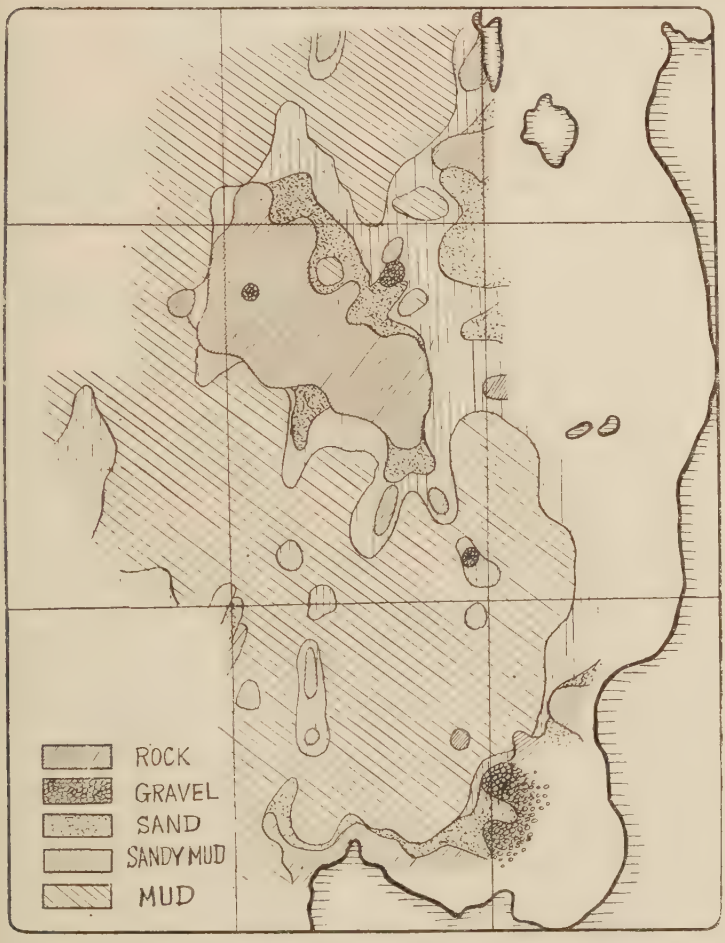


かくの如き複雑多岐な形態が、變化に富む海況と共に、本海域の底質の化學的性狀、特に海底腐植の化學的性質並に分布狀態に大きな影響を與えずにはおかないであろう。

福富博士を中心とする海洋調査班（北海道水產試驗場調査船探海丸）に於て、鋼線傾斜法[13]によつて求めた表面海流分布によれば、余市附近と禮文島を結ぶ線より西の海域は對馬暖流系水によつて蔽われ、この北上する暖流の主流は武藏堆南西斜面に衝突し、武藏堆を迂回して北東方に流れている。この流速の最も大きいところは、武藏堆の南西斜面の衝突部で、1.2節に達して居り、海流の流線の形と海底地形と著しい相關があり、大體等深線に沿つて流れているのも興味が深い。また、この對馬暖流系水と深層水との中間の 500～400 米深の部分にリマン寒流の潛流と推定される「低鹹中間水」が存在することも亦本海域水系の一つの大きな特色となつている。

沿岸の海流は余り著しくないが、利尻島南方と留萌北西沖とに左旋の環流の存在が予想されて居り、その附近に上昇流の存在が期待される。また、沿岸の淺海には、石狩川、天鹽川を始め、北海道本島北西部より流入した河水を含む沿岸水系が存在する。

Fig. 3. Distribution of Deposits by the Texture, in the north-western sea to Hokkaido Island.



なお、武藏堆を中心とする海域については、大正14年6月特務艦「武藏」[15,16]により武藏堆が發見された直後、北海道水產試驗場に依り三洋丸及び晴芳丸を使用して武藏堆漁場の調査[17]が行われて以來、最近まで度々漁場調査が行われ、その漁場としての優秀性が認められて來た。また、その間、新野弘博士[18]は海軍水路部の後援を得て同部より提供された底質試料について地理學的考察をなし、同堆上に第3紀層に屬する礫層や泥土が存在する事實より、同堆が古く陸地、またはそれに近い狀態にあつた地塊が沈下したものであろうと推論している。

3　實驗方法と實驗結果

本學部練習船「おしよろ丸」(506噸) によつて行われた漁場基礎調査に於ては、昭和24年7月16日

小樽出港以來、本海域に於て約5浬間隔に予定した調査地點に採泥を試みたが（第1圖參照）、その うちで、採泥により底質を確認し得たのは258地點であつた。採泥に際しては、丸川式採泥器と、北海道水產試驗場により試作された小型採泥管とを使用し、その投入及び捲揚は「おしよろ丸」裝備のトローラー用ウインチと、手捲機とを水深に應じて適宜使用した。採泥した底質試料は外觀、色、粘性並に臭氣等を調べ、底質中に混在する底棲生物や、貝殼などの主なるものを分別した後、廣口共栓瓶に入れ、密栓して冷暗所に保管した。尙20個所の採泥現場に於て、奥田[11]によつて底質の窒素吸收量の研究が試みられた。底質中の底棲生物や貝殼の檢索については谷田博士にお願いした。また、別にこれらの底質試料について顯微鏡的考察を行い、構成鑛物質の外觀や粒度などを檢すると共に、硅藻遺骸、海綿骨針など、生物遺骸の大體の種類と多寡とを調べたが、その詳細については別に報告してあるので、[12]玆に於ては省略する。

この調査が、あくまでも漁場價値判定の基礎資料を作成するために行われたものであるから、時間的にも急いで結果を出す必要に迫られていたので、化學分析に於ても、迅速を第一としたため、その方法においてはその精度に於て多少の難色があつても、なるべく簡易な方法を採用した。即ち化學分析を擔當する人員の不足と、研究室の設備不完全により、短時間に大量の試料を分析に供することが出來なかつたので、止むなく70°～80°Cで迅速に試料を乾燥し、貯藏に堪え得る程度にして保管した。化學分析を實施するに當つては、殘存している濕氣や、底質成分に吸着している結合水を除去して、化學分析殊に灼熱減量に於ける誤差をなくするため、大體乾燥した試料を秤量瓶に入れ、電氣乾燥器中で100°～110°Cに於て2時間乾燥したものをデシケーター中に保存し、その都度これを分析に供した。

灼熱減量及び全窒素量の定量にあたつては常法に依つたが、有機炭素については土壤分析に常用される Tiulin の簡易滴定法[5]を採用した。即ち、前述の如くして充分乾燥した試料約 0.5～1.0g を100c.c.容の三角フラスコに精秤し、0.4Nクロム酸液10～20c.c.を加え、小濾斗を以て蓋をし Hot plate 上にて加熱し、5分間徐々に煮沸せしめた後、これを蒸溜水で稀釋し、Diphenylamine 溶液を指示藥として、N/5硫酸第一鐵アムモン溶液を以て滴定し、酸化分解に消費せられたクロム酸の量より、有機炭素量を求めた。なほ、この際、分析の正確を期するため、同一試料について2,3回分析を實施し、その平均値を以て、試料の有機炭素量とした。

以上の方法によつて定量された灼熱減量、有機炭素量及び全窒素量と、海底に於ける有機物代謝を示唆する有機炭素量と全窒素量との比、即ちC/Nを第1表に揚げた。

Table 1. Tabulated Data of Samples examined.

Station No.	Position		Depth (metres)	Texture of Deposit	Marine Humus Content of Dried Deposit			
	Lat. N	Long. E			Ignition Loss %	Organic carbon %	Total Nitrogen %	C/N
1	43°18′36″	140°13′12″	430	M	8.92	2.23	0.809	2.76
13	43°28′42″	140°55′30″	110	S	9.72	0.64	0.065	9.89
14	43°28′42″	140°47′48″	530	M	12.60	2.90	0.218	13.30
15	43°29′12″	140°41′30″	660	M	12.00	2.59	0.268	9.66
16	43°29′ 6″	140°35′18″	750	M	11.62	2.37	0.240	9.89
17	43°30′30″	140°29′48″	680	M	10.66	2.61	0.243	7.62
18	43°30′24″	140°22′ 0″	648	M	13.32	2.88	0.234	12.29
19	43°28′42″	140°13′ 6″	270	S	4.53	0.52	0.052	10.06
20	43°28′42″	140° 7′48″	907	M	11.03	2.25	0.208	10.80
21	43°30′30″	139°59′12″	616	MsGr	5.76	1.22	0.118	10.35
23	43,36′30″	140° 7′30″	790	M	9.90	2.02	0.188	10.75
24	43°37′18″	140°15′30″	760	M	10.49	2.18	0.492	4.44

27	43°34′18″	140°36′12″	800	M	10.95	2.16	0.246	10.36
28	43°34′30″	140°42′30″	720	M	12.65	3.04	0.244	12.45
30	43°34′30″	140°55′30″	145	Gr. S	5.14	0.64	0.065	9.89
31	43°39′30″	140°56′ 0″	450	M	10.35	2.53	0.267	9.48
33	43°39′30″	140°48′42″	770	M	11.37	2.72	0.278	9.80
44	43°44′24″	140°27′48″	828	M	13.62	2.75	0.654	4.21
45	43°43′ 0″	140°36′54″	796	M	12.08	2.48	0.272	9.12
46	43°43′30″	140°42′12″	770	M	10.50	2.57	0.376	6.84
51	43°50′12″	141°16′ 0″	147	Ms	7.64	1.97	0.154	12.81
52	43°49′30″	141° 9′42″	255	Ms	5.55	2.51	0.114	21.99
54	43°39′36″	140°57′24″	395	M	9.46	2.46	0.253	9.71
56	43°48′24″	140°52′18″	570	M	11.12	2.89	0.319	9.07
67	43°55′48″	140°34′54″	710	M	13.54	2.28	0.291	7.85
70	43°56′48″	140°54′42″	370	Ms	6.66	1.52	0.796	1.91
72	43°54′30″	141° 4′ 0″	238	M	9.30	2.22	0.239	9.27
73	43°54′ 0″	141°10′24″	269	Ms	7.73	1.52	0.156	9.76
75	44° 0′12″	141°17′36″	140	Ms	8.16	1.90	0.220	8.59
77	44° 0′12″	141° 1′18″	418	M	11.81	1.15	0.205	7.26
79	44° 1′ 0″	140°51′30″	390	M	11.57	2.55	0.258	9.89
81	44° 1′ 0″	140°37′48″	645	M	12.59	2.98	0.279	10.69
84	44° 1′ 0″	140°22′24″	565	Ms	10.03	1·87	0 147	12.75
85	44° 3′30″	139°59′24″	950	M	11.88	2.04	0.633	3.23
87	44° 4′12″	140°12′ 6″	690	M	12.17	2.36	0.253	9.32
89	44° 4′30″	140°20′ 0″	590	M	11.14	2.27	0.291	7.71
101	44° 4′ 0″	140°41′54″	555	M	12.76	2.90	0.289	10.04
102	44° 4′24″	140°47′54″	428	M	10.78	2.79	0.266	10.48
103	44° 4′30″	140°53′48″	170	Sm·R	14.86	2.98	0.355	8.40
105	44° 4′12″	141° 8′36″	340	M	10.19	2.26	0.254	8.89
106	44° 4′48″	141°14′12″	210	Ms	8.62	2.17	0.177	12.28
107	44°10′ 6″	141°17′12″	120	Ms	7.26	1.52	0.254	5 99
108	44° 9′30″	141°10′12″	306	M	7.87	1.88	0.185	10.14
111	44° 9′ 0″	140° 7′54″	400	M	11.49	1.10	0.313	3 51
113	44° 8′36″	140°32′30″	310	Ms	7.57	1.69	0.134	12.62
114	44° 8′13″	140°25′18″	430	M	11.21	2.32	0.294	7 88
115	44° 8′12″	140°16′54″	535	M	13.93	2.15	0.218	9.84
126	44°11′54″	140° 7′12″	734	Ms	8.71	1.37	0.102	13.42
131	44°12′54″	140°26′12″	380	M	13.01	2.13	0.230	9.27
135	44°14′24″	140 55′48″	316	M	12.29	2.40	0.125	19.19
136	44°14′30″	141° 2′54″	333	M	11.47	2.59	0.256	10.11
138	44°14′42″	141°17′ 0″	90	Ms	6.51	1.32	0.086	15.36
140	44°19′30″	141°10′30″	254	Ms	8.93	1.36	0.112	12.14
141	44°19′54″	141° 5′36″	340	M	10.89	2.11	0.307	6.86
142	44°20′ 0″	140°58′54″	320	M	11.29	2.37	0.303	7.81
143	44 20′ 0″	140°52′24″	260	M	8.31	1.82	0.172	10.56
146	44°20′ 0″	140°30′42″	330	M	10.44	1.96	0.183	10.73
148	44°17′30″	140°14′42″	490	Ms	5.95	1.02	0.094	10.83
149	44°17′ 6″	140° 8′ 6″	870	M	12.59	1.95	0.236	8.24
155	44 18′30″	139°34′ 6″	650	Ms	7.37	0.75	0.182	4.12
159	44°23′12″	139°57′ 0″	920	M	11.71	1.83	0.269	6.79
163	44°23′42″	140°26′ 0″	300	Ms	8.08	1 25	0.157	7.99
166	44°23′54″	140°48′ 0″	240	Ms	7.42	1.32	0.122	10.80
168	44°24′ 0″	141° 2′24″	304	M	9.34	2.07	0.256	8.07
178	44°31′18″	140° 5′24″	474	M	11.26	2.21	0.281	7.87
180	44°30′18″	139°50′18″	1200	M	11.47	1.68	0.139	12.17
182	44°24′12″	139°36′ 0″	1115	Ms	7.86	1.25	0.165	7.55
183	44°24′12″	139°28′18″	746	Ms	7.29	0 96	0.076	12.67
184	44°33′42″	139° 31′18″	590	Ms	8.46	1.25	0.150	8.35
186	44°33′42″	139°45′30″	1050	M	10.98	2.07	0.222	9.31
187	44°34′ 0″	139°50′48″	720	M	10.08	1.97	0.229	8.59
188	44°34′ 0″	139°57′48″	470	Ms	11.29	2.12	0.205	10 35
189	44 34′12″	140° 6′ 6″	320	Ms	4.60	0.49	0.060	8.15
195	44°34′18″	140 1′30″	230	Ms	4.15	0.72	0.092	7.82
196	44°34′ 6″	140°55′36″	200	Ms	5.32	1.12	0.150	7.49
197	44°40′24″	140 54′24″	162	M	4.30	0.78	0.152	5.10

207	44 40′54″	140 45′ 6″	750	M	10.74	1.75	0.315	5.56
212	44°47′36″	139°47′54″	370	Ms	12.56	2.17	0.250	8.69
220	44°44′18″	140°42′ 0″	214	M	5.22	1.24	0.142	8.73
221	44°43′54″	140°49′24″	215	Ms	5.51	1 23	0.136	9.05
222	44°43′36″	140°56′54′,	150	Ms	9.54	0.67	0.160	4.16
244	44°53′ 0″	140°28′ 0″	180	SGr	12.13	0.82	0.125	6.55
245	44°52′54″	140°34′30″	360	Ms	10.21	2.02	0.265	7.61
248	44°53′24″	140°53′ 6″	140	S	4.36	0.98	0.173	5.69
250	45° 0′ 0″	140°44′18″	340	M	7.31	2.46	0.292	8.41
251	45° 0′ 0″	140°36′54″	350	M	8.36	1.91	0.282	6.76
264	45° 4′24″	140° 1′30″	512	Ms	9.05	1.42	0.205	6.90
268	45° 3′54″	140°29′12″	320	Ms	7.31	1.34	0.161	8.29
269	45° 3′42″	140°36′ 6″	365	M	9.52	1.89	0.213	8.89
285	45°13′12″	140° 9′18″	600	M	10.48	1.98	0.344	5.76
288	45°13′30″	140°27′30″	420	M	8.76	1.62	0.125	12.98
290	45°13′42″	140°39′18″	424	M	8.94	1·62	0.167	9.68
298	45°19′30″	140°37′ 6″	468	M	11.32	2 32	0.238	9.74
300	45°20′ 0″	140°21′30″	430	M	9.26	1.81	0.253	7.12
306	45°24′18″	140°18′42″	450	M	11.95	2.17	0.179	12.13
310	45°23′54″	140°43′54″	596	M	10.89	2.28	0.183	12.46

4　考　　察

A)　全般的考察：-

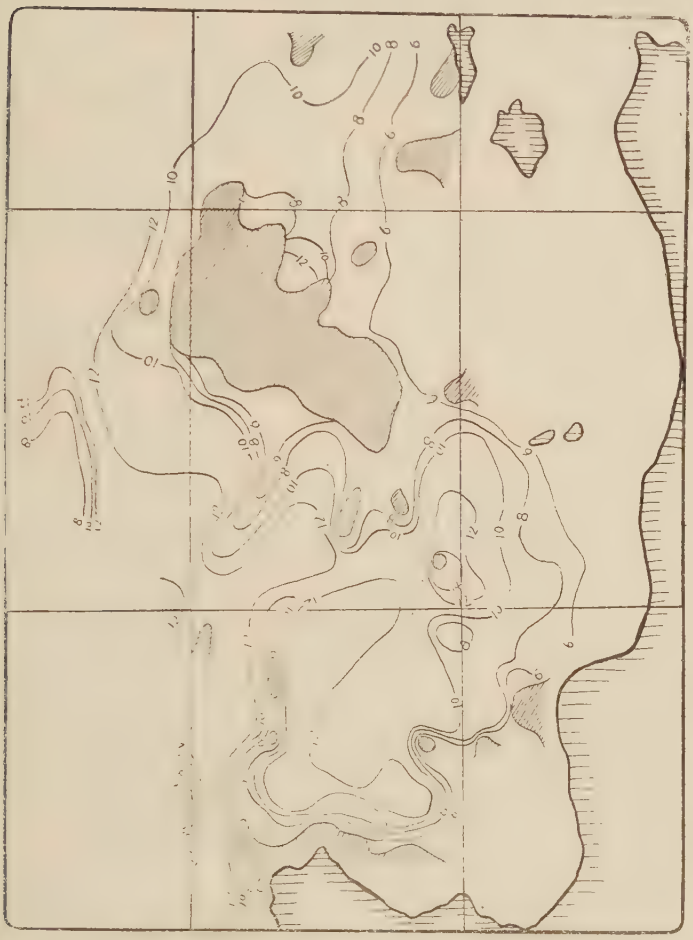
本海域は前述の如く、その海況や海底構造が極めて複雑であるため、海底腐植の分布狀態も變化に富み、その環境條件を反映している。海底腐植の分布狀態を示す一つの指標として、灼熱減量の分布狀態を圖示して、海底腐植の分布の概要を考察することにする。(第4圖)

即ち、海底腐植の分布は、一般に水深に比例して、その量を增す傾向が見受けられるが、また海底の凹處にも多量の蓄積が認められ、海底腐植量の等分布線は大體等深線と並行している樣である。陸地に近い淺海部の砂質に於ては、腐植が少く、灼熱減量は6% 內外であるのに對して、深海部及び海底盆地は共に 12% を超える。これに對して、武藏堆南西斜面には、腐植量の少い個所が南西方向に舌狀に突き出し、その特異な分布が注目を惹くが、この舌狀の突出部と對蹠的な武藏堆の北東斜面に腐植の多量に堆積している部分が存在し、興味ある對照をなしている。この特異的な腐植の分布狀態は本海域の海流と深い關連性の存在を示唆している。即ち、北上する對馬暖流の主流は武藏堆南西斜面に於て最も强力に武藏堆に衝突し、主流は左に迂回し本堆の西緣を北上し、一部は右旋して堆の東緣を廻り、北上して行く。而して、この對馬暖流が衝突する斜面に於ては、そのため底質の粒度淘汰が行われ、腐植も泥質と共に海流に洗われて、對馬暖流の主流の方向に低腐植區が舌狀に形成されるに至つたものと想像される。また武藏堆を迂回北上する對馬暖流は、その北東斜面に於て合流し、更に北上するが、その合流點と思われる個所に於て、懸濁物質が沈降堆積し、特異的な腐植の蓄積が行われるに到つたものと考えられる。

また、小樽堆附近の海底にも、灼熱減量 14% を超す海底腐植の異常蓄積が認められるが、海洋調査に於て同海域附近に左旋の環流の存在を認めている事實と一致しているのが注目される。

これらの特異な海底腐植の分布は、明かにその海流の特色を反映するものとして特に興味がある。海底腐植の分布を支配するものとしては、この海況のほかに、陸源物質の供給量、水深、海底地形などを擧げることが出來るが、陸源物質の供給は專ら推積學の問題であるから、こゝに於ては主として水深と海底地形の海底腐植の分布に及ぼす影響について檢討する。

Fig. 4 Distribution of Ignition Loss of Botton Sample from she north-western Sea to Hokkaido Island.



B) 海底腐植の分布に及ぼす水深の影響:-

海底腐植の分布と水深との關連性を具體的に檢討するため、灼熱減量、有機炭素量、全窒素量及び C/N などについて、水深との相關係數を求め、更に相關係數の有意性について吟味した[19]。なほ、計算に際しては、これらの値が正規分布をなすものとして、有意水準 0.05 に對する Thompson の棄却檢定法[20] により、標本を吟味し、異常値を棄却したものについて行つた。

第2,3,4,5表はそれぞれ灼熱減量、有機炭素量、全窒素量及び C/N と採泥地點の水深との相關表である。尙、第6表は、これらの相關表より計算された標本相關係數 (r) を一括し、更にこれらの相關係數の檢定を行つた結果を示したものである。相關係數の有意性の檢定は、先づ母相關係數 (ρ)=0, 即ち「相關がない」という歸無假說を立て、この假說が棄却されるか否かを檢定した。即ち、標本相關係數 (r) より、$t=r(n-1)^{1/2}$ (n は標本數) を計算し、別に有意水準 (α) を 0.01 或は 0.05 として t-分布表[21] より求めた t_0 と比較した。その結果、灼熱減量と有機炭素量については、いずれも $|t|>t_0$ となり、$\rho=0$ なる假說は棄却され、水深との間に正の相關々係の存在することが明かである。これに對して、全窒素量と C/N の場合は、いずれも $|t|<t_0$ となり、水深との間に相關がないという假說は棄却されず、從つて關連性があるとは云い切れない。殊に C/N に於ては、$r_{C/N}=-0.011$ で、殆ど完全に無相關的で、水深の差による有意性が全く認められないのは甚だ興味がある。

一般的には、淺海より深海底へと進むにつれて堆積物の有機質の量も減少して行くものであるが、かゝる傾向が日本海についても見られることは、濱口博士[21] によつても指摘されているところである。

しかし、有機物の堆積過程を仔細に觀察すると、必ずしも一樣ではなく、沿岸の淺海に於ては流入する河川や沿岸流の影響を直接反映して、有機物の分布も亦多寡まちまちであるが、漸次沖合に進むにつれて海洋的要素が增加し、潮海流による粒度淘汰も進捗し、底質の構造も漸次微粒化し、砂泥

Table 2. Correlation table for the relation between ignition loss of bottom sample and the depth of the site of deposition.

Water depth (metres)	Loss of ignition (%) 4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5	Total
50	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
150	2	2	—	2	1	2	—	—	1	—	1	11
250	2	3	—	2	4	—	—	—	—	—	—	11
350	1	—	1	4	1	4	4	4	2	1	—	22
450	—	1	—	—	3	1	2	6	—	—	—	13
550	—	—	—	—	1	1	3	2	2	1	—	10
650	—	1	—	1	—	—	1	1	2	1	—	7
750	—	—	—	1	1	1	5	2	2	1	—	13
850	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	2
950	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	3
1050	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
1150	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	2
Total	5	7	2	11	11	9	16	19	10	5	1	96

γ_{loss} (Correlation coefficient in sample) = 0.463

Table 3. Correlation table for the relation fetween organic carbon content of bottom sample and the depth of the site of deposition.

Water depth (metres)	Organic carbon content (%) 0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9	3.1	Total
50	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
125	—	4	2	1	—	1	—	2	—	—	—	—	1		11
250	1	1	—	—	5	1	—	1	1	—	1	—	—	—	11
350	1	—	—	1	1	1	1	4	6	3	4		—	—	22
450	—	—	—	2	—		2	1	2	4	1	1	—	—	13
550	—	—	—	—	1	1	—	2	1	2	—	—	3	—	10
650	—	1	—	—	1	—	—	—	—	1	1	1	2	—	7
750	—	—	1	—	1	—	1	1	3	2	2	1	—	1	13
850	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	2
950	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—	3
1050	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
1150	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2
Total	2	6	3	4	11	4	5	13	15	13	9	4	6	1	96

γ_C (Correlation coefficient in sample) = 0.344

質となり、遂には泥質となる。この間、底質構造の微粒化に伴い、有機物の蓄積も進行し、陸棚が急傾斜を以て深海底に下らんとする陸斜の周縁に於て、その有機物の堆積は極大となり、海底の下降と共に、減少に轉じ、深海底に於て極少となるのである。

本海域の調査に於て、海底腐植の堆積が水深と正相關をなしているのは、一見奇異の感を與えるが、これも本海域が大部分陸斜であることを考えれば、この海域の水深區間に於て、正相關々係が認められるのは當然なことであろう。從つて、更に深海部の試料を得ることが出來れば、撒布圖の回歸線も直線型ではなく、むしろ 700～800 米に頂點を有する曲線型回歸をなすものと思われる。

しかし、以上の關係は海底腐植といつても正しくは灼熱減量と有機炭素量によつて代表されるものであつて、同じく海底腐植を代表する値でも、全窒素量については、前二者程明瞭な相關性を認めることが出來ない。即ち、「相關がない」という歸無假說を棄却しないので、必ずしも水深と明確な相關性があるとは決められず、全窒素量の分布の變動は、水深以外の環境要因、例えば海況や海底形態によるほか、それに伴うプランクトンや底棲生物の分布などにより、相當大きな影響をうけているものと思われる。更に注目すべきは、海底腐植の C/N の分布であろう。本海域の様な海況、海底形態が極めて複雜で變化に富んでいるにも拘らず、150～1,200 米の水深區間に於て、その海底腐植

Table 4. Correlation table for the relation between total nitrogen content of bottom sample and the depth of the site of deposition.

Water depth (metres)	Total nitrogen content (%) 0.075	0.125	0.175	0.225	0.275	0.325	0.375	Total
50	1	—	—	—	—	—	—	1
150	2	2	4	1	1	—	—	11
250	2	5	4	—	—	—	—	11
350	1	2	3	4	8	3	—	21
450	1	1	2	3	5	—	—	12
550	—	2	1	3	2	2	—	10
650	—	1	1	1	3	1	—	7
750	1	1	1	4	3	1	1	12
850	—	—	—	1	—	—	—	1
950	—		—	1	1	—	—	2
1050	—	—	—	1	—	—	—	1
1150	—	1	1	—	—	—	—	2
Total	8	15	17	19	23	7	2	91※

γ_N (Correlation coefficient) = 0.195

※ Rejected values by Thompson's method (a=0.05)
St. 1 (440 m depth) ---- 0.809% N
St. 24 (760 〃) ---- 0.492 〃
St. 44 (830 〃) ---- 0.654 〃
St. 70 (370 〃) ---- 0.790 〃
St. 95 (950 〃) ---- 0.633 〃

Table 5. Correlation table for the relation between the Carbon : Nitrogen ratio, C/N, of bottom sample and the depth of the site of deposition.

Water depth (metres)	C/N 2	4	6	8	10	12	14	16	Total
50	—	—	—	—	—	—	—	1	1
150	—	1	4	3	2	1	—	—	11
250	—	—	—	3	5	1	—	1	10
350	1	1	2	9	7	1	—	—	21
450	1	—	—	4	6	2	—	—	13
550	—	—	2	2	3	2	1	—	10
650	—	1	—	1	4	1	—	—	7
750	—	1	2	2	5	2	1	—	13
850	—	1	—	1	—	—	—	—	2
950	—	1	1	—	1	—	—	—	3
1050	—	—	—	—	1	—	—	—	1
1150	—	—	—	1	—	1	—	—	2
Total	2	6	11	26	34	11	2	2	94※

$\gamma_{C/N}$ (Correlation coefficient) = −0.011

※ Rejected values by Thompson's method (a=0.05)
St. 52 (255 m depth) ---- 21.99
St. 135 (320 〃) ---- 19.19

の C/N の分布と水深との相關係數が全く零に近く、殆ど完全に無相關的である事實は甚だ興味深いものがある。

かゝる複雜な海況と海形地形を有する海域に於てはその海底地形學的位置や、その海區の水系の特色に基いて、海底土中に含まれる有機質はその量のみならず當然化學的性質についても相當の變化が予想される。またその有機物を分解して生活している細菌や微生物の種類も一様ではなく、分解過程も多様であると考えられる。しかるに、本海域に於て C/N の分布が水深と全く無相關的であるという事實は、水深、海況、海底地形の相違により、堆積有機質やそれを分解する細菌の種類が異つているにも拘らず、細菌を中心として行われる海底の有機質代謝が略々一定の、海洋獨特の循環過程を以て進行していることを示唆するものと考えられる。また C/N 値の異常變動はその地點の環境要因の異常性を反映するものと解釋される。

次に本海域に於ける海底腐植の含有量を概觀するために、その標本平均と變動率（標準偏差）を求め、更に F-分布表[20]により、母平均の95%信賴限界の計算を試みたが、その結果を

Table 6. Correlation coefficients between contents of marine humus in deposits and their water depths, and statical approvals to these correlations.

Term / Imdex on Marine Humus	Number of Individuals	Correlation coefficient in sample (r)	$\|t\| = r\,(n-1)^{\frac{1}{2}}$	t_0 ($a=0.01$) [t_0 ($a=0.05$)]	Correlation coefficient in popu'ation (ρ)
Ignition Loss	96	0.463	4.513	2.628 (1.985)	$\rho \neq 0$
Organic carbon content	96	0 344	3.353	2.628 (1.985)	$\rho \neq 0$
Total nitrogen content	91	0.195	1.848	2.632 (1.987)	$\rho = 0$
C/N	94	0.011	0.106	2 629 (1.986)	$\rho = 0$

Table 7. Means observed on marine humus in bottom sample.

Term / Index on Marine Humus	Number of Individuals	Mean in sample	Standard deviation	Confidence limit of population mean ($a=0.05$)
Ignition loss	96	9.68	2.383	9.20 ～ 10.16
Organic carbon content	96	1.87	0.635	1.74 ～ 2.00
Total nitrogen content	96	0.21	0.086	0.186～ 0.234
C/N	96	9.44	2.634	8.90 ～ 9.98

第7表に掲げた。

これらの結果を他の海洋の底質と比較して見る。濱口博士[22]が駿河灣の底質試料について有機炭素量として0.54%なる値を示し、また其他太平洋の深海底より得た多數のGlobigerina Ooze, Red Clay 等の試料によれば、太平洋の深海底に於ては殆ど完全に有機物を含まぬことを指摘している。これらの値に比べると、本海域の海底腐植の含有量は、有機炭素量として、1.74～2.00% の平均値を示し、著しくその量の多いのが判る。これは最近、濱口博士[21]によつて分析された日本海の底質の有機炭素値も 0.5～2.0% で、同博士も、かゝる多量の有機物の蓄積は日本海の底質化學組成の一特色であることを指摘している。尙、Trask[23]によれば、海底腐植（有機炭素量×1.72）として、北太平洋 1～1.5%、南太平洋 0.4～1.0%、また大西洋 0.3～1.5% であるが、本海域の平均有機炭素量より同様にして海底腐植量を換算すれば、3.21% となる。しかるに、C N について見れば、本海域に於ては 9～10（母平均の 95% 信頼限界）であるが、この値は Trask[23] によつて得られた 8～12、平均 10 なる値とよく一致しているのも甚だ興味がある。

C) 海底腐植の分布に及ぼす海底地形の影響：-

海底地形は、水深、底質の性狀並に海況と共に海底腐植の分布を支配する重要な要因の一つであるが、海底地形による分布の差違を檢討するため、海底形態の特色により、本海域を更に次の6海區に分けて各海區に於ける海底腐植の分布を比較して見た（第5圖）。

(1) 第Ⅰ區… 陸岸に近い水深約 100～250 米の陸棚部で、その底質は主として砂質。

(2) 第Ⅱ區… 陸棚部と武藏堆との中間を南北に縱走する水深約 300～500 米の海溝部で、その底質は主として砂泥質及び泥質。

(3) 第Ⅲ區… 石狩灣陸棚と、積丹半島より北上する海峯、並に武藏堆南緣とによつて圍まれる水深約 400～800 米の海底盆地で、その底質は主として泥質。

(4) 第Ⅳ區… 積丹半島より蛇行北上する、急峻な傾斜をもつ海峯で、その底質は主として砂泥質及び泥質。

(5) 第Ⅴ區… 武蔵堆西側の深海部に下向する水深約 300～1,200 米の陸斜部で、その底質は主として泥質で、一部は砂泥質。

(6) 第Ⅵ區… 西方の深海域より聳立する2,3の新淺堆群で、水深は約 600～750 米。その底質は砂質及び砂泥質。

上記の各海區について、灼熱減量、有機炭素量、全窒素量並に C/N の平均及び分散を第 8 表に掲げた。

これらの結果より、海底腐植の分布を概観すれば、灼熱減量、有機炭素量、全窒素量は共に、海底盆地（Ⅲ）及び海岸（Ⅳ）に最も多く、海溝部（Ⅱ）と陸斜（Ⅴ）これで亞ぎ、陸棚（Ⅰ）と深海に聳立する淺堆群（Ⅵ）が最も少い。

これらの傾向を更に仔細に檢討するため、各海區の母平均の 95% 信頼限界を求め、各海區に於て分布に有意性が存在するか否かを吟味して見た。即ち海底腐植の蓄積は陸棚より陸斜えと沖に進むにつれて增加するが、各海區に於てはそれぞれ特色ある蓄積を示し、灼熱減量、有機炭素並に全窒素量はいずれも、その母平均の信頼限界が重なることなく、各海區に於て明瞭な有意性の存在を認めることが出來る。また深海中に聳立している淺堆に於て海底腐植の少いのは、腐植の蓄積が深海の隆起部に於て、少いことを示している。海峯に於ける多量の腐植の蓄積は、全窒素の異常蓄積とその變動率の著しく大きな點より見ても海底地形の影響よりも、寧ろ底棲生物の遺骸による異常蓄積のためと解釋するのが妥當であろう。

Fig. 5. Characteristic Sections devided by topography of bottom, in the north-western Sea to Hokkaido Island.

また海溝部や海底盆地に於ける腐植の蓄積は、海底地形の影響を大きく反映し陸成性堆積物や、プランク

Table 8. The relation between the distribution of Marine Humus content in bottom deposit and the topography of sea bottom. (cf. Fig.5)

Subarea devided on topography / Term		I	II	III	IV	V	VI
No. of individuals		16	18	16	8	27	4
Interval of water depth (metres)		90～254	300～468	416～800	430～828	300～1200	590～750
Mean depth water (metres)		175± 28	356± 40	601± 82	722±117	592±101	651±110
Ignition Loss %	$\bar{x}_{loss}$	6.67	9.55	11.60	11.20	10.22	7.22
	S_{loss}	1.92	1.47	1.06	1.61	2.22	1.11
	m_{loss}	5.74～7.78	8.93～10.17	11.04～12.16	9.89～12.51	9.35～11.09	5.47～8.97
Organic corbon content %	$\bar{x}_C$	1.23	1.97	2.56	2.41	1.81	1.05
	S_C	0.49	0.42	0.45	0.30	0.44	0.24
	m_C	0.97～1.49	1.76～2.18	2.32～2.80	2.16～2.66	1.64～1.98	0.67～1.43
Total nitrogen content %	$\bar{x}_N$	0.142	0.233	0.271	0.396	0.207	0.135
	S_N	0.052	0.057	0.039	0.232	0.072	0.045
	m_N	0.115～0.171	0.210～0.256	0.250～0.292	0.207～0.585	0.179～0.235	0.050～0.204
C/N	$\bar{x}_{C/N}$	9.27	8.77	9.94	7.85	9.28	7.74
	$S_{C/N}$	3.33	1.96	1.88	1.56	2.66	3.59
	$m_{C/N}$	7.51～11.03	7.80～9.74	8.94～10.94	6.58～9.12	8.25～10.33	3.11～12.37

※ $\bar{x}$: Mean in sample
S : Standard deviation
m : Population mean (Confidence limit ($\alpha = 0.05$) of,)

トン其他の海生物の遺骸が海底の凹處に沈降集積したことを明瞭に示したものである。

更に海底地形による腐植分布の影響を明かに證明するため、平均水深が同一で（600米）、海底構造を異にする陸斜と海底盆地との分布について比較檢討して見よう。

先づ灼熱減量の母平均95%信頼限界を比較すると、陸斜と海底盆地とではそれぞれ9.35～11.09%、及び11.04～12.16%で、殆ど重ならないが、念のため平均値の差の檢定を行つても（標本平均 10.22及び11.60、分散 2.22^2 及び 1.06^2）、兩者に有意差の存在することは明かであつた。また、有機炭素量については、夫々 1.64～1.98% 及び 2.32～2.80%、更に全窒素量についても 0.179～0.235% 及び0.250～0.292% で、有機炭素及び全窒素については共に、吟味を行うまでもなく、實に明確な有意差が認められる。これらによつても、割合平坦な陸棚斜面と、陥沒せる海底盆地とでは、その海底の地形の差違により、海底腐植の蓄積が異つて來ることが統計的にも明かに證明することが出來た。

以上、灼熱減量、有機炭素量並に全窒素量の分布について海底地形の影響を考察し、明かに影響を認めることが出來たが、その海底腐植の C/N 分布は、各海區の母平均の信頼限界が殆ど重なり合つて居つて、各海區に於て特に有意差を認めることが出來なかつた。これは、海底土の C N が水深との

場合と同様、海底地形の差によつても殆ど影響されることなく、略々一定の値をとることを示すものである。なほ、深海中の浅堆（VI）に於ける C/N の偏差が異常に大きいのが注目されるが、標本数が少いため、その理由については速斷しかねる。

なほ、こゝに於て各海區の海底地形による差を檢討したが、實際は各地點の傾斜度との相關を檢討した方が、一層明確な結果が出るものと思われる。海底の微細な構造については、音響測深記錄等によらなければ、その實際の傾斜などは判らないので、止むなく上述の如き手段により海底地形の影響を考察したのである。

その他、腐植の分布を支配する重要な因子として底質の粒度組成なども考えられるが、本研究に於ては、底質試料が少量で、精密な粒度分析を行う余裕がなかつたので、この點については檢討出來なかつた。しかし、本海底に於ては、外觀的ではあるが、底質の粒度組成は水深に比例して微粒化する傾向が明かであるから、水深と腐植分布の關係から底質粒度との關連性を類推しても大過ないものと信ずる。

D) 海底腐植の異常値に關する2, 3の考察：-

海底腐植の分布について、推計學的計算を行うに先立ち、有意水準 0.05 に對して Thompson の棄却檢定法によつて異常値の棄却が行われたが、これらの棄却値や其他の異常値について、海洋調査[13]や生物調査[14]の結果をも參考にして考察を加えて見た。

灼熱減量と有機炭素量については、有意水準0.05に對する棄却値がなかつたので、先づ全窒素量の棄却値について檢討する。

全窒素量で棄却された地點は、第4表に掲げた如く、St. 1, 24, 44, 70, 95 の5地點である。この中 St. 24 と 44 とは積丹半島より北上する海峯上に存在する地點であり、St. 1 は積丹半島川白岬沖の急斜面に位置する。これら3地點は、いずれもが急峻な斜面に位している點に於て類似している。而して、これらの地點は、著者[12]が顯微鏡的に觀察した結果によれば、いずれも海綿骨針が相當多量に存在するのが認められ、從つてその他の底棲生物も亦、相當豐富に棲息していることが予想されるが、これら底棲生物の遺骸が、この3地點に於ける窒素の異常蓄積の一つの大きな原因をなしているものと推測される。また、深海中に聳立する浅堆上の St. 95 に於ける窒素の異常蓄積は、生物調査に於て 140°E 以西に *Calanus plumchrus* の稠密な群聚の存在が認められている點より考え、これらの大型動物プランクトンの遺骸の異常集積によるものではなかろうか。一方、小樽堆南方の St. 70 に見られる窒素の異常蓄積の原因の推測は困難であるが、底質中に珪藻遺骸や海綿骨針の堆積がそれ程多くない點より生物遺骸によるものと推定することは難しく、細菌による有機物代謝が何らかの環境條件により異常となり、無機態の窒素化合物が集蓄されたためとも思われるが、また同地點に近い St. 79 に *Parathemisto oblivia* の群聚が發見されているので、これと關係があるとも考えられる。

次に海底土中の有機質代謝を示す C/N の異常値について檢討する。

C/N について同樣の棄却檢定法により棄却された地點は第5表に掲げた St. 52 及び 135 の2地點であるが、有意水準を 0.01 として檢定を行うと、更に St. 1, 70, 95, 111, 138 の5地點が追加棄却されるので、これら7地點について檢討して見る。いまこれら C/N の異常地點のうち、平均C/N 9～10 を中心として、異常小と異常大とに分けてみると、異常小の地點は St. 1, 70, 95 及び 111 の4地點であり、異常大の地點は St. 52, 135, 133 の3地點である。

この異常小の4地點のうち、St. 1, 70, 95 の3地點については既述の如く、主として生物遺骸の混入による窒素の異常蓄積によつて C/N の不均衡が生じたものであると考えられるが、St. 111 も小樽堆の基部に位し、相當多量の海綿骨針が認められる點などより、主として底棲生物の遺骸の混入によ

るものと想像される。

C/Nの異常に大きな地點は、炭水化物の様な無窒素化合物が、蛋白質の様な窒素化合物に比べて多量に蓄積されている地點である。これらの地點は共に陸棚或は、陸棚に近い海域に存在しているのが注目される。St. 135 及び 136 は、いずれも天賣島と小樽堆の中間に位置するが、海洋調査に於て同地點附近に左旋の環流の存在が確認されている。この左旋の環流は、西方よりの對馬暖流と、石狩川の水によつて大量に稀釋されて北上する沿岸流とによつて起つたもので、その環流の中心部に、石狩川等の河川により運ばれた炭水化物を多量に含む陸成性の有機質が沈降堆積したためであろうと想像される。また雄冬岬沖の St. 52 も亦、石狩川の影響をうけたためと思われ、海岸地形などより、或は附近に同様の小環流が存在するのではなかろうかとも想像されるが、未だ確認はされていない。これら無窒素化合物の蓄積が相當進捗しているにも拘らず、窒素量の含有量の少い有機物組成の生れる原因を說明するのに Waksman[3,9] の海洋細菌による動植物殘滓の分解に關する研究の結果は、甚だ興味ある示唆を與えている。即ち、細菌の細胞物質を合成するためには、窒素源の存在が絶對必要であつて、窒素源が不足すれば、たとえ炭素源が多量に存在していても、その繁殖は阻碍され、從つて周圍に存在する動植物の殘滓の分解が遲れることを指摘し、また實驗的に證明している。これより考えて、これら C/N の異常大なる地點に於ては窒素源が割合に少いため、環流によつて旺に堆積を續ける炭水化物を主體とする陸成腐植を充分に分解し切れず、炭素源が過剩に蓄藏されるに到つたものと解釋することが出來るであろう。

E) 海底腐植の分布の變動率（Variation）の表示法に關する一つの試み：

一般に或る集團の測定値の變動率を表わすには、その集團の分散（V）或は標準偏差（S）が用いられている。即ち

$$V=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{k} f_i(x_i-\bar{x})^2 \qquad S=\sqrt{V}=\sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{k} f_i(x_i-\bar{x})^2}$$

但し N は標本數、f は頻度、$\bar{x}$ は標本平均、x_i は標本値を示す。

而して海底形態により分類した 6 海區の海底腐植分布の分散の割合（變動率）を示すものとして、第 8 表に各海區の標準偏差を掲げた。しかし著者は、この場合の様に各海區の採泥地點の水深區間が異つている場合に、その水深區間の差違を無視して、腐植の標準偏差のみを以て、腐植分布の分散變動を比較することに對して多大の疑問をもつものである。例えば、陸棚部（I）と、陸斜（V）とに於て、いずれが、全窒素量の分布に於て變化に富むかを比較する場合、單にその標準偏差を以て、變化を示す變動率とすれば、陸棚と陸斜とは夫々 0.052% 及び 0.072% となり、陸斜に於ける變動率が多い様に見える。かゝる數値は果して、海底形態の相違や海況の複雜性をも考慮した正しい變動率と云えるであろうか。即ち、こゝに陸棚部（I）と稱する海區は、水深 90～254 米、その水深の間隔よ 164 米であるのに對して、陸斜部（V）は水深の區域は 300～1,200 米、その間隔 900 米に亘り、そこに多大の相違のあることが判るであろう。

茲に於て、かゝる海區の水深區間の差違による腐植分布變動率の矛盾を是正し、その海區の海底腐植分布の特性を發揮した變動率が要請され、これによつて各海區の分布の分散の割合を比較出來る様な新しい變動率が必要となつて來る。若し、比較すべき各海區の海底腐植の分布が、いずれも明かに水深と正の相關々係があるならば、水深に對する回歸係數（βxy）、即ち

$$\beta_{xy}=\gamma\frac{S_x}{S_y}$$ （但し、γ は相關系數、Sx, Sy はそれぞれ腐植及び水深の標準偏差）

を以て、各海區の海底腐植分布の變動率を表わすのも一つの方法と思われるが、海底腐植分布が、水

深と殆ど無相關的に變動する場合或は各海區の相關係數が著しく異る場合には、かゝる回歸係數を用いることは許されない。こゝに於て、著者はかゝる分布の變動を表わす一つの試みとして、海底腐植分布の變動率（或は分散度）と水深の變動率（或は分散度）の比を以て、新しい變動率（V_R）として、各海區の海底腐植の分布狀態を比較して見た。即ち、

$V_R = Sx/Sy$　　但し、Sx 及び Sy は夫々腐植及び水深の變動率（標準偏差）。

いま、かゝる V_R を假に海底腐植分布の相對變動率（Relative variation of marine humus distribution）と稱することにする。第 9 表は海底構造を異にする各海區について計算した相對變動率を示したものである。

Table 9. Relative variation, V_R, on the destribution of marine humus content in bottom deposit.

$V_R = S_h/S_d$ ∴ S_h = Standard deviation on humus.
S_d = Standard deviation on water depth.

Index on marine humus / Subarea devided on topography	Ignition Loss ($\times 10^{-2}$)	Organic carbon content ($\times 10^{-3}$)	Total nitrogen content ($\times 10^{-4}$)	C/N ($\times 10^{-2}$)
I	3.6	9.2	9.8	6.3
II	1.8	5.2	7.2	2.4
III	0.7	2.9	2.5	1.2
IV	1.1	2.1	16.1	1.1
V	0.8	1.5	2.8	1.0
VI	1.6	3.5	6.5	5.2

これによれば、陸地に近い陸棚に於ては、河川により大量の陸成堆積物が沈澱し、また、潮海流により粒度の淘汰を受けるなど、陸源物質の供給や水況の變化が最も著しく、地質學的にも不定帶[24]（Belt of variables）と稱せられているがこの海區の V_R は他の海區に比し、著しい大きな値を示し、よくその複雜な環境要因を反映している。しかるに陸岸より遠ざかり、これらの陸性の影響が減じ、海洋性を增すに伴い、海溝部、陸斜と漸次 V_R は減少し、陸棚部、海底盆地、海峯など略々一定の値を示すに到る。即ち、陸棚より深い、泥質の陸斜や凹處に於ては、深層水の移動速度が緩漫で、陸棚において潮海流により粒度淘汰された微細な構造の陸源物質の沈降堆積が、殆ど一樣に行われ、底質の海底風化も進行しているため、海底腐植の蓄積も變動が少く、同じ樣な小さな値を示しているものと考えられ、かゝる V_R 値の推移は、よく堆積過程を反映して興味がある。

これに對して西方沖合に聳立する淺堆に於ては、灼熱減量の變動は差程大きいとは思われないが、有機炭素や全窒素の變動が目立つ。これは深海中から聳立しているため、海流の影響を大きく受け、殊に南下するリマン寒流水域に近いため、寒流性の動物性プランクトンの遺骸が混入堆積するためであろうと想像される。

C/N についても、陸棚に於ては陸成堆積物中の有機質は未だ充分の海底風化を受けていないため、海底腐植化されない部分が多く、その變動も大きいが、陸斜や海底盆地の樣に海洋性の要素が多くなると、陸成性有機物も、海成性の有機物も共に、海底腐植化が進行し、その C/N も漸次一定となり、變動は少くなる。これに對して深海中の淺堆（VI）に於ては、前述の樣にプランクトンや底棲生物の殘骸など、新しい海成性の有機物の堆積が行われるが、それを分解する細菌が割合少いので（奥田[19]の底質による溶存酸素の吸收に關する實驗によつても明かである）、その分解が進行せず充分腐植化していないため、その C/N の變動が大きいものと思われるが、標本數が少いので明かでない。

海峯に於ては、底棲生物の繁殖が旺で、全窒素量も他の海區に比べて著しく大きな値を示しているが、またかゝる生物遺骸の混入のため、各調査地點による有意的變化が大きく、從つて全窒素量分布の V_R が著しく大きな値を示しているものと考えられる。

以上によつても、各海區の V_R は、それぞれ、特色ある値を示し、よくその環境狀態を反映して、甚だ興味深いものがある。

5 摘 要

昭和24年夏季、武藏堆を中心とする北海道北西海域より採取せる96個の底質試料について、その有機物（海底腐植）の理化學的性狀に關係ある灼熱減量、有機炭素量、全窒素量を分析し、また、各試料の有機炭素量と全窒素量の比、C/N、を計算して、この海域に於ける海底腐植の分布狀態を明かにした。

この海底腐植の分布狀態は、その海域の水深、海底形態並に海況等の様な地理學的環境要因や、その海域に生活する生物の分布などとも深い關連性をもつていると思われるが、その化學分析値をもとにして、それらの環境要因との關連性について、推計學的考察を試みた。次にその結果を總括する。

(1) この北海道北西海域（150～1,200米深）に於ては、表層には北上する對馬暖流系水が存在しまた深層水と、表層水の中間には、リマン寒流の潜流と思われる低鹹中間水が存在し、更に石狩川、天塩川など多數の河川が流入するなど、その海況は極めて複雜である。また、本海域には武藏堆其他の淺堆群や海峯が聳立し、或は海底盆地が陷沒しているなど、その海底地形も仲々變化に富み、海況を一層複雜にしている。

(2) 海底腐植の分布と水深との關係を明かにするため、海底腐植の指標たる灼熱減量、有機炭素量、全窒素、及びC/N等の分布と、水深との相關係數を求め、これら相關係數の有意性について吟味した。即ち、

(a) 灼熱減量と有機炭素量とは、明かに水深と正の相關々係を以て、水深の增加と共に增加の傾向が認められた。これは本海域に於ける堆積過程を反映し、本調査海域が陸棚より陸斜に亙り、陸斜がその主要海域となつている關係上當然のことと考えられる。

(b) 全窒素量は前2者に比し、水深との相關係數も小さく、「相關がない」という歸無假說を棄却し得ないので、水深との相關があるとは斷ずることは無理で、水深以外の環境要因により、その分布が相當大きく變動するものと考えられる。

(c) 更にC/Nにいたつては、水深との相關係數は殆ど零に近く、水深とは全く無相關的である様に見え、9～10なる平均値を與えている。

また、底質の粒度組成も、海底腐植と相關性を有するものと思われるが、本海域に於ては水深の增加に伴い、粒度の微粒化する傾向が明瞭であるので、大體水深との關係を以て、底質粒度との關係を類推しても大きな誤りはないものと考えられる。

(3) 海底腐植の分布が海底形態の變化を如何に反映するかを檢討するため、海底形態によつて本海域を6區分し、各區の標本平均、分散及び母平均の95%信賴限界を計算し、有意差を比較檢討した。即ち、海底腐植の蓄積は陸岸からの距離を增すにつれて增加の傾向があるほか、海底盆地などの海底構造の變化に富む區域に於て、多量の腐植の蓄積が見られた。また、全窒素量も大體上述の傾向が認められるが、積丹半島より北上する急峻な海峯に於て、特に多量の蓄積が認められ、またその偏差も最も大きい。しかるにC/Nでは、各海區の母平均の95%信賴限界は殆ど一致しているので、海底

地形による有意差を認めることは出來なかつた。

(4) 海底腐植の異常分布地點について、海洋調査や生物調査の結果を參考にして、その原因について考察した。即ち、窒素が異常に多量に蓄積されている地點のうち、海峯の如く、急峻な海底地形をもつ地點は、主として底棲生物の遺骸の混入に關因するものと思われるが、140°E 以西の深海に聳立する淺堆上に見られる異常値は、むしろ大型の動物性プランクトンの遺骸によるものではなかろうか。また、異常に大きなC/N 値を示す地點は、主として陸棚に近く、天賣島と小樽堆の中間に位し、海洋調査時に確認された左旋性環流の存在個所と略々一致しているのも興味がある。

(5) 最後に、海底構造や水深區間を異にする海區の海底腐植分布の變動率を表わす一つの試みとして、相對變動率 (V_R) なる値を提唱し、それによつて、各海區の腐植分布の環境要因による變動の度合を比較し、海況や海底構造などによる堆積過程の推移を考察した。

9 文 献

(1) Waksman, S. A. (1933): On the distribution of organic matter in the sea bottom and the chemical nature and origin of marine humus. Soil Sci. Vol. 33, pp. 125～147.

(2) Sverdrup, H. U., Johnson, M. W. & Fleming, R. H. (1946): "The Oceans, their physics, chemistry, and general biology", New York. Prentice-Hall. Inc. pp. 964～1,044.

(3) Waksman, S. A. (1936): "Humus" pp. 288～304, Boltimore.

(4) 加藤健司、谷田專治、奥田泰造 (1951): 「有珠灣の水質及び底質について」北水試研究報告第8號、39～68頁。

(5) 東京大學農藝化學教室 (1950): 農藝化學分析書上卷 (昭和24年度版)

(6) Waksman, S. A., Reuszer, H. W., Carey, C. L., Hotchkiss, M, and Renn, C. E. (1933): Studies on the biology and chemistry of the Gulf of Maine. Ⅲ. Bacteriological investigations of the sea water and marine bottoms. Biol. Bull., Vol. LXⅣ, pp. 183～205.

(7) Harvey, H. W. (1928): "Biological chemistry and physics of sea water". Chambridge Univ. Press.

(8) Waksman, S. A., Carey, C. L., & Reuszer, H. W. (1933): Marine bacteria and their role in the cycle of Life in the sea. Ⅰ. Decomposition of marine plants and animal residue by bacteria. Biol. Bull., vol. LXV, pp. 57～79.

(9) Waksman, S. A., Hotchkiss, M., & Carey, C. L. (1933): Marine bacteria and their role in the cycle of life in the sea. Ⅱ. Bacteria concerned in the cycle of nitrogen in the sea. Biol. Bull., vol. LXV, pp. 137～167.

(10) Waksman S. A. (1933): On the oxidation of organic matter in marine sediments by bacteria. Jour. Mar. Res., vol. Ⅰ, pp. 101～118.

(11) Brand, T. von & Rakestraw, N. W. (1940): Decomposition and regeneration of nitrogeneous organic matter in sea water. Biol. Bull., vol. 79. pp. 231～236.

(12) 加藤健司、奥田泰造 (1950): 北海道北西海域漁場の環境要因としての海洋底質について、北部日本海深海魚田調査報告、第1號、15～35頁。(小樽、北部日本海深海魚田調査協會)

(13) 福富孝治、他8名 (1950): 昭和24年夏季に於ける北海道北西沖の海洋調査、前掲、33～78頁。

(14) 元田茂、他2名（1950）：　昭和24年夏季に於ける北海道北西海域のプランクトン分布、前掲、79～110頁。
(15) 水路部（1927）：　北洲西岸武藏發見の堆、水路要報　第4年第10號（第35號）、483頁。
(16) 水路部（1927）：　武藏堆命名の件、前掲、第4年第11號（第36號）、538頁。
(17) 白井勝三郎、今泉覺治（1928）：　武藏堆漁場調査報告書、北海道水產試驗場（余市）。
(18) 新野弘（1936）：　日本海武藏堆の底質について、地理學評論、第12卷、第2號、85～95頁。
(19) 加藤健司、奥田泰造（1949）：　北部日本海の底質について、日本水產學會北海道支部大會（昭和24年9月21日、函館）にて講演。
(20) 河田龍夫（1950）：「統計學概論」、東京、文耀社。
(21) 濱口博、太田直一（1951）：　深海底土の化學的研究（其の15）日本海底土の化學組成、日本化學會第4年會にて講演（昭和26年4月7日、東京）。
(22) 濱口博（1941）：　深海底土の化學的研究、（其の12）深海底の化學的組成（第5報）日化、第63卷、1,700～1,703頁。
(23) Trask, P. D. (1939)：　"Recent marine sediments", Tulsa, Amer. Assn. Petrol Geol., pp. 733（文獻[2]より引用）。
(24) 小林貞一（1948）：「日本群島地質構造論（中卷前篇）」、東京、目黑書店、113～125頁。

（水產科學研究所業績　第65號）

海藻に關する化學的研究

第3報　「アマノリ」の種類別及び季節別の窒素形態の變化

高　木　光　造　(水產食品化學教室)

CHEMICAL STUDIES ON THE SEAWEEDS.

III. THE NITROGEN DISTRIBUTION OF *PORPHYRA* BY KINDS AND SEASONS.

Mitsuzo TAKAGI

(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

The author has collected Uppuruinori (*Porphyra pseudolinearis*) at Nanaehama, the coast of a suburb of Hakodate city, and 12 samples of 6 kinds of *Porphyra* from all parts of Japan. These samples have been studied for the correlation of the nitrogen distribution with seasons.

The results obtained are summarized as follows.

(1) It was recognized that the better the quality of *Porphyra* is, the more the amount of the total nitrogen, especially of water-soluble nitrogen is. In the same kind of *Porphyra* the amount of the water-soluble nitrogen varies with seasons, that is to say from the end of December to early in March the amount of the water-soluble nitrogen comparatively great but it decreases suddenly afterwards. (see Fig. 1)

(2) The author has estimated the nitrogen of various forms after the hydrolysis of *Porphyra* in boiled hydrochloric acid solution. From the results it is learned that the amount of total nitrogen in *Porphyra* varies greatly with the kind of samples. 91～96% of the total nitrogen is the soluble form of nitrogen by hydrolysis; 8.8～12.6% of the soluble nitrogen is ammonia nitrogen; 6.6～8.8% of it is humin-nitrogen; 10.6～23.6% of it is basic total nitrogen; 55.0～64.6% of it is mono-amino nitrogen. Of basic total nitrogen, arginine is the greatest in all samples, histidine and lysine-nitrogen follow that, cystin nitrogen is the least.

(3) There is a definite relation between the quality of various kinds of *Porphyra* and the ratio of the basic total nitrogen to the nitrogen dissolved in boiled hydrochloric acid solution. That is to say, the ratio of commercial grade 1st. is 21.6～23.6%, of commercial grade 2nd. is 16.0～17.3%, of commercial grade 3rd. is 14.0～14.3%, while the ratio in an inferior article is 10.6～11.5%. But the ratio of mono-amino nitrogen to the nitrogen dissolved in boiled hydrochloric acid solution increases inversely proportional to the ratio above.

(4) The ratio of the basic total nitrogen to the nitrogen dissolved in boiled hydrochloric acid solution is seasonally different in Uppuruinori (*Porphyra pseudolinearis*). The ratio is 20.2~21.2% equally in the period from the end of December to early in March. From the end of March to early May, the ratio decreases to about 15%, but from the middle of May the ratio remarkably decreased to 10%. (see Fig. 2)

1 緒 言

我が國は地勢の關係上海藻の種類と數とに富み、之を利用することも亦世界に比類なき處である。而して所謂有用藻類として直接利用せられるものも數多きに上るが、就中アマノリは今より 1500 年の昔、即ち醍醐天皇の頃より利用せられて來たと言われ、爾來乾ノリとしての產額も年々巨額に上り我が國に於ける屈指の重要水產物であることは申す迄もない。

アマノリ類は世界的分布區域を有し、海藻の生育し得る地であれば必ずアマノリの類があると言われる。隨つて我が國の沿岸到るところこれを產し、古來食用として弘く賞用せられ、曾に天然自生のものを採取利用するに止まらず、養殖の技も亦古くより發達している。故にアマノリに關する化學的研究は國民の榮養保健上極めて重要であつて、從來迄これに關する研究が屢々なされたのも此處に由來するものと思われる。

その中より蛋白質に關するものを擧げてみると奥田、中山兩氏[1]により、或いは松井、深山兩氏[2]の研究によつて乾ノリの品等のよいもの程蛋白質窒素、しかも可溶性蛋白窒素の含量の大なることが認められており、而して乾ノリの品質に著しき關係を有している窒素量の季節的に異ることは、富士川[3]氏等が朝鮮產ノリに就て觀察せる所であり、12月より2月にかけて最大量を示し、春になるに從つて段々と減少することを認めている。又同氏[4]等はアマノリ蛋白質の榮養價値を決定するために動物の飼育試驗を行つて、白米蛋白及び凍豆腐蛋白よりは稍々優り、明太魚肉蛋白よりは稍々劣つているが榮養上優良なる蛋白質であると述べている。一方日比野[5]氏は廣島縣產アサクサノリに就き各種形態の窒素を實驗し報告している。

かくの如く多數の研究者により研究せられアマノリ蛋白質の榮養價値もほゞ決定せられているわけであるが、その大部分の研究はアサクサノリ或いは朝鮮產ノリに限られている。ひるがえつて惟うに今日、日本產アマノリ屬には18種を數え、その分布も我が國全土に及ぶものである。隨つて著者は全國各地から出來るだけ多種類の試料を集めて實驗に供し、聯か追試の感があるも、得たる結果を報告して參考に供するものである。

2 實 驗 試 料

實驗試料： 函館市外七重濱にて採取せる極めて新鮮なるウツブルイノリ（*Porphyra pseudolinearis UEDA*）及び全國各地より送られた乾ノリ市販品を更に 80°C の乾燥器中に 30 分間入れ、充分乾燥したる後粉末として實驗に供した。第1表は實驗試料の大要を表示せるものである。

3 實驗結果並びに考察

1) 水溶性窒素

實驗方法： 水溶性窒素の定量法は粉末試料1gを秤量し、これえ100c.c.の蒸溜水及びトルオール

Table 1. Summary of the experimental materials.

Sample		Scientific name	Place of production	Quality	Distribution
ASAKUSANORI	I	*Porphyra tenera KJELLMAN*	ISE	commercial grade; the first, colour; Black, gloss; intense, mixture; none	Both coasts from west-southern Hokkaido to southern Kyushu; western and southern coasts of Korea.
〃	II	〃	TOKYO	same as above.	
〃	III	〃	CHIBA	commercial grade; Inferior discolour, gloss; none, mixed *Enteromorpha*.	
〃	IV	〃	FUKUSHIMA	same as above	
CHISHIMAKURONORI	I	*Porphyra umbilicalis (L.) J. AG.*	ABASHIRI	commercial grade; the first, colour; Black, gloss; middle degree, mixture; none.	From Nemuro of Hokkaido to western coasts of Chishima and Saghalien.
〃	II	〃	NEMURO	commercial grade; the second, colour; Black purple, gloss; midde degree, mixture; none.	
UPPURUINORI	I	*Porphyra pseudolinearis UEDA*	RISHIRI	commercial grade; the third, colour; purple, gloss; none mixture; none.	Eastern coast of Korea. Every where Japan sea side of Honshu, both eastern and western coasts of Hokkaido (In western coast south of Kitami, in eastern coast south of Tokachi.)
〃	II	〃	OSHYORO	same as above.	
KURONORI		*Porphyra Okamurai UEDA*	ISHIKAWA	commercial grade; the second colour; Black brown, gloss; middle degree, mixed *Enteromorpha*	Coast of Japan sea (Niigata, Fukui, Toyama, Ishikawa prefectures.)
TSUKUSHIAMANORI		*Porphyra crispata KJELLMAN*	KUMAMOTO	commercial grade; the second, colour; Black, gloss; middle degree, mixture; none.	South of Nagasaki prefecture (Kyushu) to Loochoo Islands Formosa and Amoi of China..
MARUBAAMANORI	I	*Porphyra suborbiculata KJELLMAN*	WAKAYAMA	commercial grade; the first, colour; Black, gloss; intense, mixture; none.	Everywhere south of Chiba and Kanagawa prefecture coasts of Pacific ocean. Loocho, west-southern Coast of Korea.
〃	II	〃	KOREA	commercial grade; the third, colour; purple, gloss; none, mixture; none.	

Table 2. Total Nitrogen and Water soluble nitrogen of *Porphyra*.

Sample		Total Nitrogen mg/1g	Water Soluble Nitrogen mg/1g	Water Soluble Nitrogen / Total Nitrogen %
P. tenera	I	66.75	14.29	21.4
〃	II	84.34	23.92	28.3
〃	III	46.20	9.74	21.1
〃	IV	48.18	10.70	22.2
P. umbilicalis	I	57.46	12.31	21.4
〃	II	56.25	9.26	21.8
P. pseudolinearis	I	46.47	9.38	19.8
〃	II	51.55	9.38	18.1
P. Okamurai		60.08	12.94	21.5
P. crispata		64.61	13.77	21.3
P. suborbiculata	I	62.89	12.31	19.5
〃	II	60.97	11.60	19.0

Table 3. Seasonable change of Total nitrogen and Water Soluble nitrogen of *Porphyra pseudolinearis*.

Sample	Date	Total Nitrogen mg/1g	Water Soluble Nitrogen mg/1g	Water Soluble Nitrogen / Total Nitrogen %
P. pseudolinearis	NOV. 15	72.29	21.06	29.1
〃	29	73.51	22.78	30.9
〃	DEC. 13	74.73	23.48	31.4
〃	27	71.34	24.16	33.8
〃	JAN. 10	68.16	23.08	33.8
〃	25	64.20	22.57	35.1
〃	FEB. 9	61.86	20.74	33.5
〃	23	59.37	20.00	33.7
〃	MAR. 9	55.41	19.27	34.7
〃	23	52.18	15.97	30.6
〃	APR. 6	51.67	13.97	27.0
〃	20	49.25	12.31	25.0
〃	MAY 4	44.47	11.43	25.7
〃	18	43.39	10.84	25.0
〃	JUNE 1	37.52	9.23	24.6
〃	15	31.66	7.18	22.6

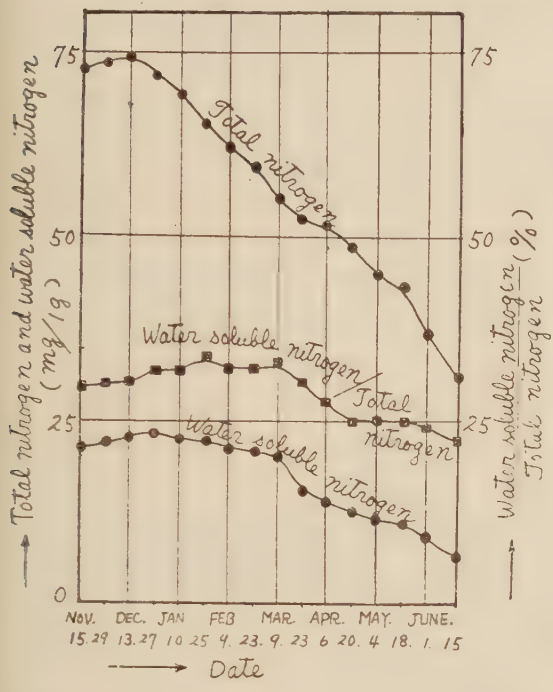
を數滴加えて、時々振盪し乍ら24時間放置したる後濾過して濾液20c.c 中の窒素量を定量して100c.c.中の窒素量に換算した。第2表は上記試料に就き全窒素並びに水溶性窒素を定量せる實驗結果を示せるものであり、第3表は同一種類に就き全窒素並びに水溶性窒素の季節的變化を、第1圖はこれを圖示せるものである。

第2表の結果により品質のよいもの程、全窒素殊に水溶性窒素の含有量の大なることが知られる。これは奥田、中山兩氏[1]の研究結果と一致するものであるが、同氏等の指摘する如く黒紫色光澤の強きもの程水溶性の色素蛋白フイコシアン及びフイコエリスリンの含有量が大なるためであることは想像するに難くないが、市販品に於ては種類により水溶性窒素の全窒素に對する比はほゞ一定し、18～22%にあつたが、アサクサノリⅡに於ては例外的に多く 28% を占めている。

然し同一種類に於ても季節的に異なり、第3表及び第1圖によつて示される如く色素蛋白量は全窒素と共に12月に最大値を示すが、それ以後は漸次減少している。而して前記兩窒素の比は常に一定するものではなく、12月下旬より3月上旬にかけては 33～35% を示しているが、それ以降になると急激に減少し、24～25% を維持するに過ぎない。これは4月以降になるとフイコシアン及びフイコエリスリンの生理的役割が漸次減ずるためではなかろうかと思われるが、この事は更に詳細なる研究を行つた後に始めて明かにし得る事と思う。

一般に市販品に於て水溶性窒素の全窒素に對する比が小であつたのはノリを製造する際に採取せる

Fig. 1. Seasonable change of Total nitrogen and Water soluble nitrogen of *Porphyra pseudolinearis*.



ノリを海水にて洗い、夾雑物を除去して包丁にて適度に刻み、淡水中に入れて攪拌したる後、これを簀上にのせて乾燥するために水溶性窒素の一部が溶出せる結果に基因するものと思われる。

2) アマノリの窒素の形態

第4表は前記12の試料に就き、常法により加水分解したる後Van Slyke氏法により各種形態の窒素を定量したる實驗結果を示せるものである。

第4表の結果によるとアマノリ粉末（乾物）の全窒素は試料により著しく相違するが、その中約91～96%が加水分解によつて可溶性の形となり、その可溶性窒素の 8.8～12.6% がアンモニア態窒素、6.6～8.8%がヒユーミン態窒素、10.6～23.6% が塩基態全窒素、55.0～64.6%がモノアミノ態窒素にして塩基態全窒素は試料により大なる差異が認められ、而して塩基態窒素中アルギニン態窒素最も多く、ヒスチヂン態窒素、リジン態窒素これに次ぎ、シスチン態窒素は最も少かつた。而して以上の如き差異はアマノリの品質と密接なる關係を有するものゝ如く思われる。即ちアサクサノリに於ては黑色にして光澤強く1級品と見做し得るⅠ及びⅡに於ては全窒素は夫々6.6%及び8.4%にして、これらの窒素の中夫々94% 及び96% が加水分解により可溶性の形となり、しかも塩基態窒素の可溶性窒素に對する比は著しく高く、夫々23.6% 及び22.0% を占めて榮養上優良なる蛋白質と思われる。而してモノアミノ態窒素は塩基態窒素に反比例して比較的少く、55.0%及び56.9%であつた。同様にして網走産チシマクロノリⅠに於ては全窒素は5.7%にして、塩基態窒素の可溶性窒素に對する比は高く、22.7% を占めており、モノアミノ態窒素の比は56.6%であつた。又和歌山産マルバアマノリⅠに於ても全窒素は多く6.2% にして、しかも塩基態窒素の可溶性窒素に對する比は21.0%を示し、モノアミノ態窒素の比は59.5%にして榮養上優良なる蛋白質と言える。

次に根室産チシマクロノリⅡ、石川産クロノリ、及び熊本産ツクシアマノリに於ては前者に比し色澤共に稍々劣り2級品と見做し得るが、全窒素は夫々 5.6%、5.9% 及び 6.4% にして塩基態窒素の可溶性窒素に對する比は前1級品に比すると稍々少く、夫々 17.3%、16.8% 及び 16.0%であつたが、モノアミノ態窒素の比は夫々59.9%、60.4% 及び 59.5%であつた。又利尻産ウツプルイノリⅠ、忍路産ウツプルイノリⅡ及び朝鮮産マルバアマノリに於ては紫色を呈して光澤なく、何れも3級品と見做し得るものであつたが、全窒素も品質と比例して著しく少く夫々 4.6% 及び 5.1%にして朝鮮産マルバアマノリに於てすら6.0%を示したにすぎず、塩基態窒素の可溶性窒素に對する比は前2級品に比し更に少く夫々 14.0% 及び 14.3%を示し、モノアミノ態窒素の比は夫々 59.0%、60.4% 及び 59.5%であつた。

而して千葉産アサクサノリⅢ、福島産アサクサノリⅣに於ては、何れも褪色して色澤共になく劣等品と見做し得るが、全窒素も亦最も少く夫々 4.6%、4.8% であり且塩基態窒素の可溶性窒素に對する比は最も少く、夫々 11.5%及び 10.6%を示したに過ぎない。而してモノアミノ態窒素の比は前者と反比例して最も多く夫々 63.9% 及び 64.6%を示した。

第5表は以上のアマノリの品質と塩基態窒素のモノアミノ態窒素に對する比を示せるものである。

Table 4 A. Nitrogen forms of *Porphyra* (% of dry matter)

N-forms	Kind of Samples					
	P. tenera I	*P. tenera* II	*P. tenera* III	*P. tenera* IV	*P. umbilicalis* I	*P. umbilicalis* II
Total N	6.675	8.434	4.620	4.818	5.746	5.625
N. undissolved in boiled HCl	0.361	0.314	0.327	0.337	0.375	0.385
N. dissolved in boiled HCl	6.314	8.120	4.293	4.481	5.371	5.240
Amide-N	0.557	0.762	0.534	0.496	0.473	0.663
Humin-N	0.480	0.543	0.333	0.395	0.429	0.419
Total-N in form of bases (Diamino nitrogen)	1.493	1.789	0.496	0.478	1.223	0.907
Amino-N in form of bases	0.779	0.886	0.263	0.237	0.634	0.490
Arginine N	0.646	0.783	0.218	0.210	0.525	0.368
Histidine-N	0.315	0.474	0.104	0.125	0.294	0.211
Lysine-N	0.369	0.350	0.118	0.085	0.291	0.240
Cystine-N	0.163	0.182	0.056	0.058	0.113	0.088
Total-N in filtrate from bases (Monoamino nitrogen)	3.477	4.626	2.745	2.899	3.036	2.949
Amino-N in filtrate from bases	3.054	4.155	2.313	2.402	2.582	2.539
Total	6.007	7.720	4.080	4.271	5.161	4.938

N-forms	Kind of Samples					
	P. pseudolinearis I	*P. pseudolinearis* II	*P. Okamurai*	*P. crispata*	*P. suborbiculata* I	*P. suborbiculata* II
Total-N	4.647	5.155	5.908	6.461	6.289	6.097
N. undissolved in boiled HCl	0.375	0.336	0.380	0.357	0.366	0.386
N. dissolved in boiled HCl	4.272	4.819	5.528	6.104	5.923	5.711
Amide-N	0.428	0.510	0.537	0.639	0.607	0.639
Humin-N	0.301	0.338	0.423	0.418	0.398	0.450
Total-N in form of bases (Diamino nitrogen)	0.602	0.678	0.929	0.982	1.247	0.820
Amino-N in form of bases	0.297	0.336	0.481	0.513	0.628	0.420
Arginine-N	0.259	0.292	0.380	0.406	0.515	0.337
Histidine N	0.166	0.184	0.244	0.247	0.349	0.222
Lysine-N	0.122	0.139	0.212	0.231	0.266	0.188
Cystine-N	0.055	0.063	0.093	0.098	0.117	0.073
Total-N in filtrate from bases (Monoamino nitrogen)	2.731	3.080	3.365	3.763	3.525	3.547
Amino-N in filtrate from bases	2.259	2.592	2.898	3.243	3.088	3.094
Total	4.062	4.606	5.254	5.808	5.777	5.456

Table 4 B. Nitrogen forms of *Porphyra* (% of Nitrogen dissolved in boild HCl)

N-forms	Kind of Samples					
	P. tenera I	*P. tenera* II	*P. tenera* III	*P. tenera* IV	*P.umbilicalis* I	*P.umbilicalis* II
Total-N	—	—	—	—	—	—
N. undissolved in boiled HCl	—	—	—	—	—	—
N. dissolved in boiled HCl	—	—	—	—	—	—
Amide-N	8.821	9.384	12.438	11.068	8.806	12.652
Humin-N	7.602	6.687	7.756	8.815	7.987	7.996
Total-N in form of bases (Diamino nitrogen)	23.645	22.032	11.553	10.667	22.770	17.309
Amino N in form of bases	12.337	10.911	6.126	5.288	11.804	9.351
Arginine-N	10.231	9.642	5.078	4.686	9.774	7.022
Histidine-N	4.988	5.837	2.422	2.789	5.473	4.026
Lysine-N	5.844	4.310	2.748	1.896	5.417	4.580
Cystine-N	2 581	2.241	1.304	1.294	2.103	1.679
Total-N in filtrate from bases (Monoamino nitrogen)	55.068	56.970	63.941	64.695	56.529	56.278
Amino-N in filtrate from bases	48.368	51.169	53.878	53.604	48.072	48.454
Total	95.136	95.073	95 688	95.245	96 092	94.235

N-forms	Kind of Samples					
	P. pseudolinearis I	*P. pseudolinearis* II	*P. Okamurai*	*P. crispata*	*P. suborbiculata* I	*P. suborbiculata* II
Total-N	—	—	—	—	—	—
N. undissolved in boiled HCl	—	—	—	—	—	—
N. dissolved in boiled HCl	—	—	—	—	—	—
Amide-N	10.018	10.583	9.704	10.468	10.248	11.188
Humin-N	7.045	7.013	7.651	6.847	6.719	7.879
Total N in form of bases (Diamino nitrogen)	14.091	14.069	16.805	16.087	21.053	14.358
Amino-N in form of bases	6.952	6.972	8.701	8.404	10.602	7.354
Arginine-N	6.062	6.059	6.874	6.651	8.693	5.900
Histidine-N	3.885	3.818	4.413	4.046	5.892	3.887
Lysine-N	2.855	2.884	3.835	3.784	4.490	3.291
Cystine-N	1.287	1.307	1.682	1.605	1.975	1.278
Total-N in filtrate from bases (Monoamino nitrogen)	63.927	63.913	60.871	61.648	59.513	62.108
Amino-N in filtrate from bases	52.879	53.787	52.424	53.129	52.135	54.176
Total	95.081	95.578	95.031	95.050	95.845	95.523

Table 5. Relation of the quality of *Porphyra* to the ratio of Diamino nitrogen to Monoamino nitrogen.

Sample		quality	Total nitrogen %	Diamino nitrogen %	Monoamino nitrogen %	$\frac{\text{Diamino nitrogen}}{\text{Monoamino nitrogen}} \times 100$
P. tenera	Ⅰ	1	6.675	1.493	3.477	42.9
〃	Ⅱ	1	8.434	1.789	4.626	38.6
〃	Ⅲ	4	4.620	0.496	2.745	18.0
〃	Ⅳ	4	4.818	0.478	2.899	16.4
P. umbilicalis	Ⅰ	1	5.746	1.223	3.036	40.2
〃	Ⅱ	2	5.625	0.907	2.949	30.7
P. pseudolinearis	Ⅰ	3	4.647	0.602	2.731	22.0
〃	Ⅱ	3	5.155	0.678	3.080	22.0
P. Okamurai		2	6.008	0.929	3.365	27.6
P. crispata		2	6.461	0.982	3.763	26.1
P. suborbiculata	Ⅰ	1	6.289	1.247	3.525	35.3
〃	Ⅱ	3	6.097	0.820	3.547	23.1

以上より塩基態窒素のモノアミノ態窒素に對する比はアマノリの等級により差異があり、1級品と見做し得るアサクサノリⅠ、Ⅱ、チシマクロノリⅠ及びマルバアマノリⅠに於ては35.3～42.9%にあつたが、2級品と目されるチシマクロノリⅡ、クロノリ及びツクシアマノリに於ては26.1～30.7%にあり、而して3級品と見做し得るウツプルイノリⅠ、Ⅱ及びマルバアマノリⅡに於ては更に少く22.0～23.1%にあつたが、最も品質の劣つたアサクサノリⅢ、Ⅳに於ては最も少く16.4～18.0%にあつた。

然し以上の如き分析結果は産地、種類による差異と言うよりは採取時季或いは貯藏期間中に於ける窒素量の變化に基くものと思われる。即ち產地と種類を異にするアマノリの各種形態の窒素の比較は同一の時季に採取したものについてのみ可能であつて、採取時季を異にする試料については採取時季による各種形態の窒素の變化とも見做し得るのである。

3) アマノリの窒素の形態の季節的變化

以上の試驗結果を確めるためにウツプルイノリを用いて同一種類による窒素形態の季節的變化を實驗した。第6表及び第2圖はその成績を示せるものである。

之等の結果より同一種類間に於ても採取時季により各種形態の窒素は著しく異なり全窒素は12月上旬に最高値を示したが、それ以後は漸次減少した（但しアマノリの窒素の總量はアマノリの發育にともない最盛期迄は增加する）。而して塩基態全窒素は12月下旬に最高値を示し、それ以後は全窒素と比例して減少し、塩基態全窒素の可溶性窒素に對する比は12月下旬より3月上旬迄はほゞ一定し20.2～21.2%を示したが、それ以降になると塩基態全窒素が著しく減少して兩窒素の比は15%となるが5月上旬迄は變らず、5月中旬以降になると再び急激に減少して10%を保つに過ぎない。

北里氏[9]によればフイコエリスリンの塩基態全窒素の全窒素に對する比は著しく高く28.8%を占めていることが認められているが、以上は前記水溶性窒素の季節的變化より見て、水溶性蛋白質なるフイコシアン及びフイコエリスリンの季節的增減に基因するものと容易に領かれる。

而して亦塩基態全窒素のモノアミノ態窒素に對する比は第7表に示せる如く季節的に異り12月下旬より3月上旬にかけて34.8～36.5%を示したが、それ以降になると急激に減少して5月上旬迄は24.8～26.4%を保つが、それ以後は再び減少して16.7～17.3%を維持するに過ぎなかつた。

以上によりアマノリに於ては同一種類間に於ても各種窒素の形態は季節的に大いに異ることを認め

得たのである。然しもとより以上の季節的變化は同一の個體が12月上旬より6月中旬に到る迄生育し續けるわけではなく、同一場所に於ても潮汐の干滿の度合や、日光の照射條件等が季節的に變化し、亦環境條件が同一であつても、個體相互間に於て發生に多少の遲速のあることは見逃さないのであつて、試料の採取に注意を要するが、以上は各種窒素の形態の季節的變化の大要を示すものと見て差支えないと思われる。

これを要するにアマノリ蛋白質の榮養價は各種海藻中最も榮養價に富める食品であるのみならず、他の一般植物性食品に比し少しも遜色なき優良なる蛋白質と言える。然しもとより以上のアミノ酸定量の他にモノアミノ酸の中トリプトファン、チロシン、フエニールアラニン、ロイシン、イソロイシ

Table 6 A. Seasonable change of Nitrogen forms of *Porphyra pseudolincaris*.

(% of dry matter)

N-forms \ Date	DEC. 13	DEC. 27	JAN. 10	JAN. 25	FEB. 9	FEB. 23	MAR. 9
Total-N	7.473	7.134	6.816	6.420	6.186	5.937	5.541
N. undissolved in boiled HCl	0.296	0.326	0.387	0.315	0.333	0.326	0.295
N. dissolved in boiled HCl	7.177	6.808	6.429	6.105	5.853	5.611	5.246
Amide-N	0.834	0.692	0.618	0.586	0.546	0.558	0.575
Humin N	0.389	0.477	0.456	0.427	0.419	0.346	0.272
Total-N in form of bases (Diamino nitrogen)	1.228	1.379	1.332	1.239	1.215	1.188	1.114
Amino-N in form of bases	0.608	0.752	0.718	0.673	0.624	0.636	0.630
Total-N in filtrate from bases (Monoamino nitrogen)	4.380	3.956	3.622	3.499	3.382	3.246	3.072
Amino-N in filtrate from bases	3.756	3.208	2.984	2.872	2.759	2.793	2.681
Total	6.831	6.504	6.028	5.751	5.562	5.338	5.033

N-forms \ Date	MAR. 23	APR. 6	APR. 20	MAY 4	MAY 18	JUNE 1	JUNE 15
Total-N	5.218	5.167	4.925	4.447	4.339	3.752	3.166
N. undissolved in boiled HCl	0.272	0.315	0.330	0.312	0.285	0.270	0.256
N. dissolved in boiled HCl	4.946	4.852	4.595	4.135	4.054	3.482	2.910
Amide-N	0.575	0.553	0.527	0.404	0.477	0.399	0.328
Humin N	0.395	0.584	0.403	0.336	0.364	0.306	0.280
Total-N in form of bases (Diamino nitrogen)	0.788	0.756	0.679	0.633	0.441	0.376	0.315
Amino-N in form of bases	0.394	0.387	0.345	0.322	0.219	0.211	0.171
Total-N in filtrate from bases (Monoamino nitrogen)	2.974	2.906	2.730	2.544	2.536	2.194	1.884
Amino-N in filtrate from bases	2.667	2.556	2.374	2.081	2.066	1.905	1.521
Total	4.732	4.599	4.339	3.917	3.818	3.275	2.807

Table 6 B. Seasonable change of Nitrogen forms of *Porphyra pseudolinearis*.

(% of Nitrogen dissolved in boild HCl)

N-forms \ Date	DEC. 13	DEC. 27	JAN. 10	JAN. 25	FEB. 9	FEB. 23	MAR. 9
Total-N	—	—	—	—	—	—	—
N. undissolved in boiled HCl	—	—	—	—	—	—	—
N. dissolved in boiled HCl	—	—	—	—	—	—	—
Amide-N	11.620	10.164	9.612	9.598	9.328	9.944	10.960
Humin-N	5.420	7.006	7.092	6.994	7.158	6.166	5.184
Total-N in form of bases (Diamino nitrogen)	17.110	20.255	20.718	20.294	20.758	21.172	21.235
Amino-N in form of bases	8.471	11.045	11.168	11.023	11.038	11.334	12.009
Total-N in filtrate from bases (Monoamino nitrogen)	61.028	58.108	56.338	57.313	57.782	57.850	58.558
Amino-N in filtrate from bases	52.333	47.121	46.414	47.043	47.138	49.777	51.105
Total	95.178	95.533	93.760	94.199	95.026	95.132	95.937

N-forms \ Date	MAR.23	APR. 6	APR. 20	MAY 4	MAY 18	JUNE 1	JUNE 15
Total-N	—	—	—	—	—	—	—
N. undissolved in boiled HCl	—	—	—	—	—	—	—
N. dissolved in boiled HCl		—	—	—	—	—	—
Amide-N	11.625	11.397	11.468	9.770	11.766	11.458	11.271
Humin-N	7.986	7.914	8.770	8.125	8.978	8.788	9.621
Total-N in form of bases (Diamino nitrogen)	15.932	15.581	14.776	15.308	10.878	10.798	10.824
Amino-N in form of bases	7.966	7.976	7.508	7.787	5.402	6.059	5.876
Total-N in filtrate from bases (Monoamino nitrogen)	60.129	59.892	59.412	61.523	62.555	63.009	64.742
Amino-N in filtrate from bases	53.922	52.679	51.667	50.326	50.962	54.709	52.268
Total	95.672	94.784	94.426	94.726	94.177	94.053	96.458

ン、スレオニン、ヴアリン、メチオニン等を定量した後でなければ、蛋白質の栄養價を正確に論評し得ない事は言を俟たない所である。

又海藻に於てはその栄養價は消化の難易によるものであるから、消化率試験を行うことも必要であるが、これらの點に關しては今後更に究明してみる積りである。

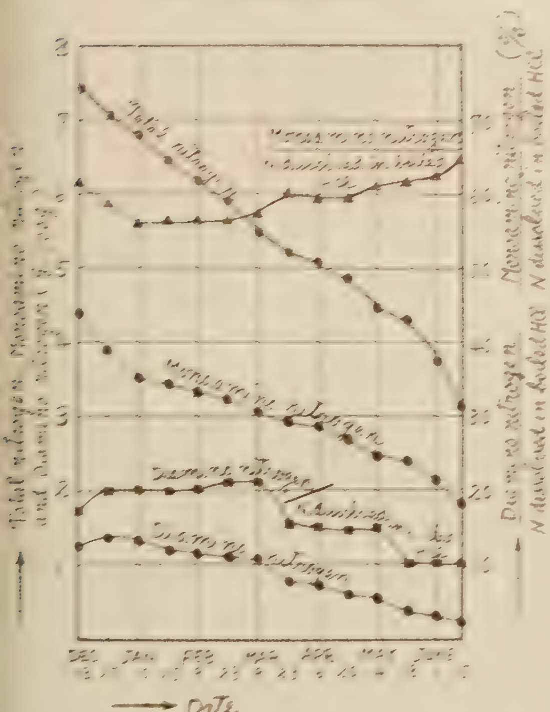
4 要 約

函館市外七重濱にて採取せるウツプルイノリ及び各國各地から集めた6種類、12試料のアマノリに就いて實驗した結果を要約すると次の如くである。

Table 7. Seasonable change of the ratio of Diamino nitrogen to Monoamino nitrogen of *Porphyra pseudolinearis.*

Sample	Date	Total nitrogen %	Diamino nitrogen %	Monoamino nitrogen %	Diamino nitrogen / Monoamino nitrogen × 100
P. pseudolinearis	DEC. 13	7.473	1.228	4.380	28.0
〃	27	7.134	1.379	3.956	34.8
〃	JAN. 10	6.816	1.332	3.622	36.7
〃	25	6.420	1.239	3.499	35.4
〃	FEB. 9	6.136	1.215	3.382	35.9
〃	23	5.937	1.188	3.246	36.5
〃	MAR. 9	5.541	1.114	3.072	36.2
〃	23	5.218	0.788	2.974	26.4
〃	APR. 9	5.167	0.756	2.906	26.0
〃	20	4.925	0.679	2.730	24.8
〃	MAY 4	4.447	0.633	2.544	24.8
〃	18	4.339	0.441	2.536	17.3
〃	JUNE 1	3.752	0.376	2.194	17.1
〃	15	3.166	0.315	1.884	16.7

Fig. 2. Seasonable change of nitrogen form of *Porphyra pseudolinearis.*



1) アマノリの品質のよいもの程全窒素殊に水溶性窒素の含有量の大なることを認め、同一種類間に於ては水溶性窒素の含有量は季節的に異り、12月下旬より3月上旬に渉つて大であるが、それ以後は急激に減少することを認めた。

2) 各種アマノリを熱塩酸中にて水解したる後各種形態の窒素を定量した。その結果によると全窒素は試料により著しく相違するが、その中約 91～96% が水解によつて可溶性の形となり、その可溶性窒素の 8.8～12.6% がアンモニア態窒素、6.6～8.8% がヒユーミン態窒素、10.6～23.6% が塩基態全窒素、55.0～64.6% がモノアミノ態窒素として、塩基態全窒素中アルギニン態窒素最も多く、ヒスチヂン態窒素、リジン態窒素これに次ぎ、シスチン態窒素は最も少なかつた。

3) 各種アマノリの品質と塩基態全窒素の可溶性窒素に対する比との間に一定の関聯性を認め得た。即ち、1級品に於てはその比は 21.6～23.8%、2級品に於ては 16.0～17.3%、3級品に於ては 14.0～14.3%、劣等品に於ては [illegible]～11.5% であることを認めたが、一方に於てモノアミノ態窒素の可溶性窒素に対する比は前者

と反比例して次第に多くなることを認めた。

4) 以上の塩基態全窒素の可溶性窒素に對する比は、同一種類間に於ても季節的に異ることを認め、12月下旬より3月上旬に渉つてはほゞ一定し 20.2～21.2% を示したが、それ以降にあつては塩基態全窒素が著しく減少してその比は 15% となるが5月上旬迄は變らず、5月中旬以降に於て再び急激に減少してその比は 10% を保つに到ることを認めた。

本研究は文部省科學研究費によりて遂行し得たのである。記して文部省に對して謝意を表する。又本研究を遂行するに當り常に御懇篤なる御指導と御鞭撻を賜りし、本學部教授農學博士、醫學博士村田喜一先生に深甚なる謝意を表するとともに實驗試料を送付して戴いた江本、所田、永野、布施、篠原、井原、藤本等の諸氏に對し厚く謝意を表する次第である。

5 文 献

(1) 奥 田、中 山 (1916)： J. College Agric., Imp. Univ., TOKYO, 5
(2) 松 井、深 山 (1916)： 水產講習所試驗報告、第12卷
(3) 富士川 (1928)： 朝鮮總督府水產試驗場、製造部事業報告
(4) 富士川 (1929)： 朝鮮總督府水產試驗場、製造部事業報告、84頁
(5) 日比野 (1941)： 日化、第62卷、745～750頁
(6) 北 里 (1925)： Acta Phytochim., Ⅱ, 2

(水產科學研究所業績 第66號)

青黴の物質代謝に就いて

(I)　培養液の物質代謝と酸化還元電壓

吉　村　克　二　(水產生物化學教室)

ON THE METABOLISM OF PENICILLIUM

(1) RELATION OF METABOLISM AND OXIDATION-REDUCTION POTENTIAL IN MEDIA

Katsuji YOSHIMURA

(Faculty of fisheries, Hokkaido University)

The metabolism of *Penicillium chrysogenum* Q－176 and *Penicillium chrysogenum* KN－2326 have been studied for an estimation of substances and the oxidation-reduction potenital in various media and in their mycelia.

Q－176 and KN－2326 were inoculated into media (pH 5.4) containing glucose: 30 g., peptone: 5 g., $NaNO_3$: 3 g., KH_2PO_4: 1 g., $MgSO_4$: 0.5 g., $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$: 1×10^{-6} g., $FeSO_4$: 1×10^{-5} g., and $CuSO_4$: 2×10^{-6} g. per aq. dist. 1,000 c.c., and were incubated at 24°C.

The hydrogen-ion concentration and the potency of penicillin were determined in three culture media in which Q－176 and KN－2326 were incubated. Then media were filtrated by Nütz-filter and mycelia were separated from media and washed with aq. dist. • Separated mycelia were kept in 60°C dryer to constant weight, and were subjected to extraction of crude fat.

Filtrated media were measured for the volume and determinations made of glucose, total－N, free－NH_3 and oxidation-reduction potential. The values reported in each table were the average results gained from three media.

The results gained were as follows:

(1) In 1～7 days incubation period, oxidation-reduction potential fell in proportion to the taking and accumulating of the sources of energy by the penicillium in media. After 7 days, by the transposition of the constructive matters of the penicillium to media, the oxidation-reduction potential in the media showed the tendency to rise. This transposition was caused by the prevention of the growth and the decomposition of the penicillium. (Fig. 1, Fig. 2, Table 9.)

(2) The curves of the change of glucose and the total-N had the same tendency as the curves of oxidation-reduction potential, but the curves of the change of the amount of the

dried matter of mycelium and the curves of the change of penicillin production showed opposite tendencies. Moreover, the maximum-point of penicillin-production was delayed about 2 days from the maximum-point of the amount of dried matter of mycelium and minimum-point of oxidation-reduction potential. (Fig. 1, Fig. 2, Fig. 4)

(3) In early incubation period, the production of penicillin increased in parallel with the growth of penicillum, but the maximum-production of penicillin depends upon autodecomposition of penicillium (abnormal metabolism).

(4) The decrease of the amount of the dried matter of mycelium after 7 days seems to have been caused for the reason that the construction of penicillium was produced by autodecomposition transport to media.

(5) During the incubation period, the amount of fat in mycelia changed remarkably (Fig. 5, Fig. 6).

1 緒 言

著者は先に Penicillin 用生産培地の研究として、窒素源としては従來廢棄されて居た魚類煮汁より製造した魚肉エキス及び魚肉を消化した魚肉 Peptone を利用し、炭素源としては廢糖蜜、馬鈴薯澱粉並に之が一部加水分解物を用い Penicillin の生産實驗を行い工業的にも成果を擧げた。更に Penicillin生産に於ける有用種 *Penicillium chrysogenum* Q-176, *Penicillium chrysogenum* KN-2326 に就いて、其の物質代謝を研究した。

Penicillin の生産に關しては Johnson[1] 氏の如く菌體が徐々に生育する際に最も多く生産するという說、Moyer,[2] Koffer[3] 氏の如く Active growth を必要とし菌蓋重量と平行的關係にあるという說、植村[4]、中野[5]、古橋[6] 氏の如く菌體物質の自己消化に依り生産されるという說、荻原[7] 氏の如く菌體内、菌體外の双方より行はれるという說等種々であるが、著者は培養液内の物質の消長及び其の酸化還元電壓並びに菌蓋に就いて代謝機構をしらべて見た。

2 實 驗 方 法

菌 種:-

Penicillium chrysogenum Q-176. *Penicillium chrysogenum* KN-2326. 雪印乳業株式會社より入手したものである。

培 地:-

其の組成は次の如くである。

glucose 30gr, peptone 5gr, $NaNO_3$ 3gr, KH_2PO_4 1gr, $MgSO_4$ 0.5gr, KCl 0.5gr, $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ 1×10^{-6}gr, $FeSO_4$ 1×10^{-5}gr, $CuSO_4$ 2×10^{-6}gr, H_2O 1000c.c., pH 5.1.

容量 300c.c. 容三角フラスコに上記培養液 80c.c. 宛液層 30mm になる様に分注し、常壓にて毎日 30 分、3 日間 Koch 殺菌器にて殺菌を行う。

接種及び培養:-

Q-176, KN-2326 を夫々パン培養基に接種して親培養を行い、一面に繁殖させた後、一白金耳づつ Q-176, KN-2326 を夫々上記培養液に接種して 24°C の恒溫器中で培養する。

試料の採取及び効力検定:-

24 時間毎に Q-176, KN-2326 の各區より培養基3箇づつを取り、夫々に就いて水素 ion 濃度を測定し、Cup 法に依り效力檢定を行い、後 Nütz 濾過器で培養液を濾過、菌蓋を分離し、濾過液量をはかり、別に菌蓋を良く水洗して 60° の乾燥器に保ち、菌蓋重量測定及び脂肪抽出に供する。培養濾過液は (Glucose (Reducing matter), Total-N, Free-NH_3-N, 酸化還元電壓等の測定に供した。

3 實驗結果

菌　　蓋:-

菌蓋を 60°C にて恒量とし重量を測定し、後粉末として Soxhlet 脂肪抽出器で 30 時間 Ether 抽出を行い粗脂肪量を求める。結果は次の如くである（各區とも數値は試料3箇の平均である）。

a) 菌蓋重量

Table 1. The weight of dried matter of mycelium (gram)

Species \ Days	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Q-176	0.0307	0.0814	0.1697	0.3020	0.4780	0.6478	0.6971	0.5640	0.5469	0.5316	0.5023	0.4601	0.3641	0.1989
KN-2326	0.0398	0.0904	0.1851	0.3068	0.6150	0.8132	0.8525	0.7327	0.7135	0.6807	0.6182	0.5207	0.3905	0.2393

b) 菌蓋の脂肪含量

Table 2. Crude fat in dried mycelium (gram)

Species \ Days	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Q-176	0.0004	0.0024	0.0053	0.0076	0.0104	0.0046	0.0044	0.0065	0.0103	0.0123	0.0149	0.0177	0.0189	0.0146
KN-2326	0.0012	0.0052	0.0094	0.0130	0.0150	0.0082	0.0077	0.0102	0.0143	0.0180	0.0264	0.0306	0.0285	0.0236

培養濾液:-

各表の數値は培養基3箇の平均であり、培養日數0の項は Blank test として菌を接種しなかつたものである。

a) Glucose (Reducing matter): Bertrand 法に依る。

Table 3. Glucose (Reducing matter) in media (gram)

Species \ Days	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Q-176	2.369	2.275	2.141	1.941	1.639	1.159	0.467	0.079	0.019	0.012	0.007	0.008	0.013	0.019	0.025
KN-2326	2.369	2.227	2.091	1.850	1.548	0.715	0.232	0.062	0.014	0.009	0.006	0.011	0.026	0.040	0.047

b) Total-N: Micro-Kjildahl 法による。

Table 4. Total-N in media (gram)

Species \ Days	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Q-176	0.066	0.058	0.050	0.046	0.041	0.035	0.029	0.027	0.029	0.031	0.034	0.039	0.042	0.047	0.051
KN-2326	0.066	0.057	0.049	0.043	0.039	0.032	0.028	0.026	0.027	0.028	0.029	0.032	0.035	0.040	0.044

c) Free-NH_3-N: Grünhut法に依る。

Table 5. Free-NH_3-N in media (gram)

Species \ Days	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Q-176	0.007	0.005	0.004	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.004	0.006	0.007	0.010	0.015	0.019	0.024
KN-2326	0.007	0.005	0.004	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.003	0.004	0.006	0.008	0.013	0.014	0.018

d) 酸化還元電壓：電極としては KCl-飽和甘汞電極を使用しK型 -potentiometer に依り好氣的に行い、各試料は菌を接種せざる培養液即ち Blank test である日數0の培養液の水素 ion 濃度 (pH =5.362) に M/15 Na_2HPO_4, M/15K H_2PO_4 緩衝液で一定に保つ。尙表の數値は水素電極に換算したものである。

Table 6. Eh in media. (volt)

Species \ Days	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Q-176	0.84833	0.83490	0.82458	0.81052	0.79923	0.78860	0.78282	0.77800	0.77945	0.78195
KN-2326	0.84833	0.82956	0.81544	0.80493	0.79530	0.78559	0.77855	0.77301	0.77425	0.77601

Species \ Days	10	11	12	13	14
Q-176	0.78500	0.78296	0.77814	0.78090	0.78255
KN-2326	0.78594	0.78492	0.78174	0.78432	0.79689

(Eh was measured electrometrically on buffered samples (pH 5.362) with M/15 Na_2HPO_4 and M/15 KH_2PO_4)

e) 水素イオン濃度：Blank test 即ち日數0のもののみ Quinhydrin 電極使用 potentiometer で測定し他のものは比色法に依る。

Table 7. pH in media.

Species \ Days	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Q-176	5.3 (5.362)※	4.5	3.6	3.7	4.6	5.6	6.1	6.7	7.2	7.3	7.6	7.9	8.2	8.4	8.5
KN-2326	5.3 (5.362)※	4.7	4.2	4.3	5.1	5.9	6.7	7.3	7.4	7.5	7.8	8.1	8.3	8.5	8.8

※ This value was only measured electrometrically, but other values were measured by colorimeter.

f) 效力檢定：檢定菌としては N. R. R. L. 209-p を使用、Cup 法に依る。

Table 8. Potency of penicillin in media. (u./c.c.)

Species \ Days	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Q-176	4	8	10	20	40	80	120	150	170	150	140	130	110	80
KN-2326	5	10	20	30	50	110	175	200	220	190	180	160	140	120

Assay : Agar cup method. Test organisum : N. R. R L. 209 p.

4 考 察

第1表～第8表に示せる結果を圖示すると次の第1圖～第6圖の如くであつて、第1圖及び第2圖で明かなる如く、培養 1～7 日間菌蓋の重量は增加を續け、之に伴い酸化還元電壓は下降する。7日以後は菌蓋重量の減少に伴い、酸化還元電壓は下降を停止し、その後多少上昇の傾向を示す。之は

Fig. 1. Relation of Eh and the changes of substances in media by *P. chrysogenum* Q-176.

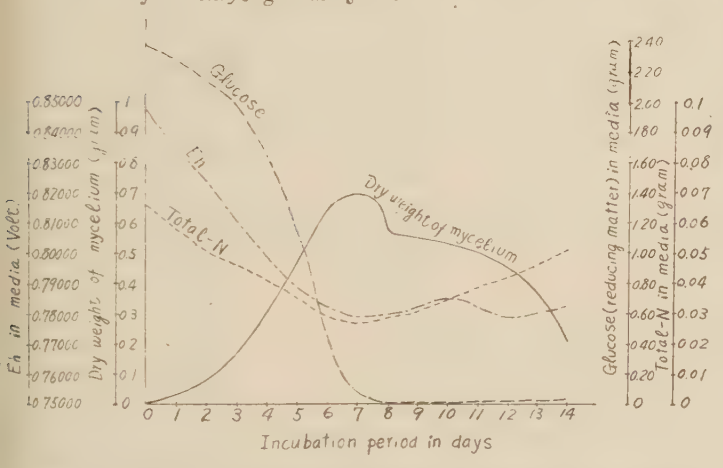
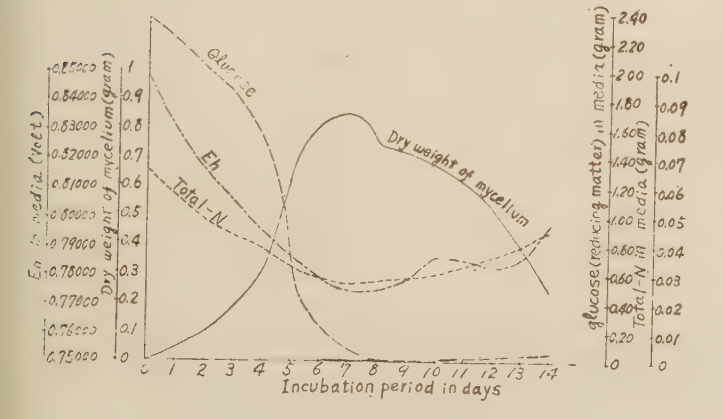


Fig. 2. Relation of Eh and the changes of substances in media by *P. chrysogenum* KN-2326.



1～7 日迄は培養液中の物質は菌に依り分解吸收せられ、電壓は下降するも、菌の發育停止と其れに續いて菌體の分解に伴い菌體成分の液中移行に依り、電壓は上昇の傾向を有するものと思はれる。

今培養液の電壓より其の液の有する Free-energy を次式に依り計算すれば第9表の如くである。

$-\Delta F = n \cdot E \cdot F$ (ΔF = Free energy、n = 電子數、E = 測定電壓、F = Faraday's const.)、即ち $-\Delta F = 2 \times E \times 23.064$ Kcal/mol. 即ち1～7日迄は菌は Glucose、含窒素物、其の他の Energy 源を攝取し、之等を蓄積し、其の結果、培養液中の Energy は減少する。7日以後、培養液中の利用し得る Energy 源の減少に伴い、菌は成長を停止し、菌體の分解に依り菌體成分の液中への移行が初まり Free-energy を增加するものと思はれる。

酸化還元電壓曲線と類似の傾向にあるのは、 Glucose 及び

Fig. 3. Relation of the weight of dried matter of mycelium, penicillin and Eh in media on *P. chrysogenum* Q-176.

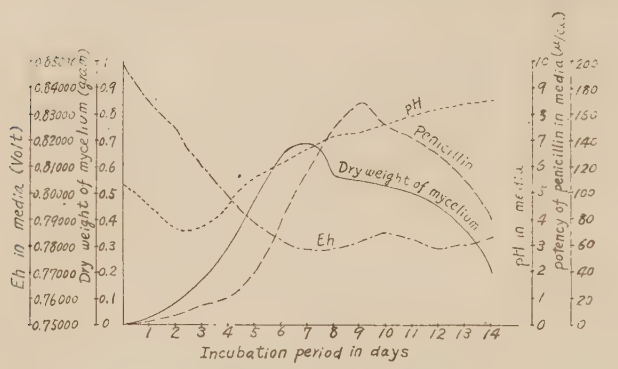


Fig. 4. Relation of the weight of dried matter of mycelium, penicillin and Eh in media on *P. chrysogenum* KN-2326.

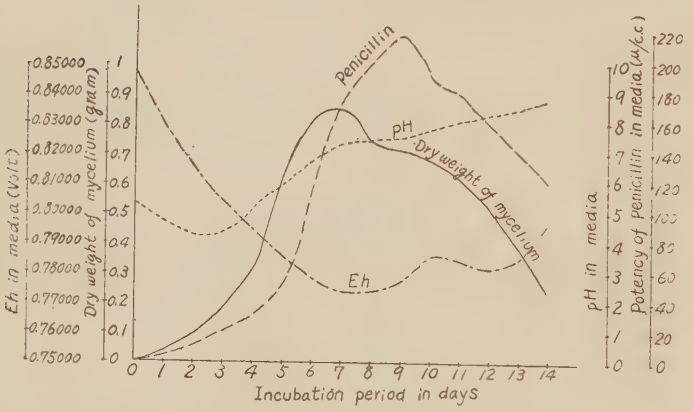


Fig. 5. Relation of the weight of dried matter of mycelium and crude fat on *P. chrysogenum* Q-176.

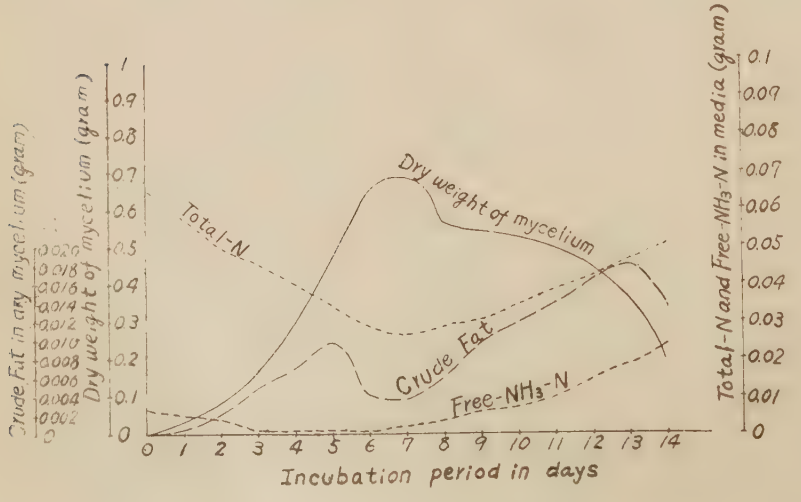
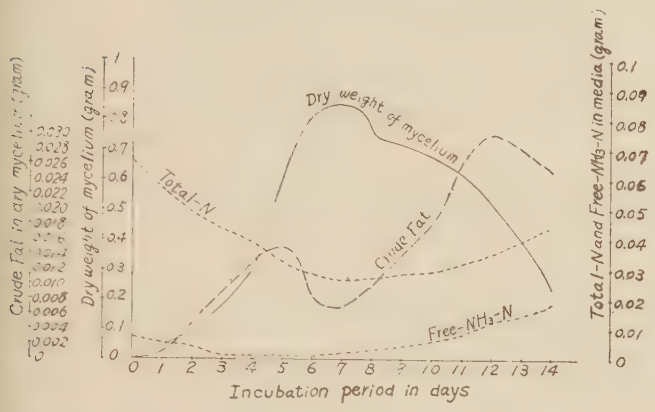


Table 9. ΔF in media (Leal/mol)

Species \ Days	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Q-176	39.131	38.512	38.036	37.387	36.866	36.376	36.109	35.887	35.954	36.069	36.210	36.116	35.894	36.021	36.097
KN-2326	39.131	38.265	37.614	37.129	36.685	36.237	35.912	35.657	35.714	35.795	36.253	36.206	36.060	36.179	36.758

Fig. 6. Relation of the weight of dried matter of mycelium and crude fat on *P. chrysogenum* KN-2326.



Total-N 曲線であるが、第3圖、第4圖に示す如く、反對の傾向を示すものに菌蓋重量曲線と Penicillin 生產曲線がある。此の內、菌蓋の重量曲線の方は其の最高點が酸化還元電壓曲線の最少にあつて全く反對の傾向をとり、一方 Penicillin 生產曲線の最高點は2日程ずれて居る。即ち Penicillin の生產は初期に於ては菌の發育に伴い、平行的に增すが、必ずしも菌の通常の發育の結果作られるものでなく、最高點に達する時は自己分解に依り生產されるものと思われる。

菌蓋重量曲線より明らかな如く7日目が發育の最高で、7日以後漸次減少するが、之は菌體の異常代謝に依り自己分解が起り培養液中に成分が移行することが其の原因であらう。此の移行成分が如何なるものであるかは今後の研究課題である。

次に菌體の發育と粗脂肪含有量の變化を見るに、第5圖及び第6圖より、接種後5日目迄は菌蓋粗脂肪含量は增加し、以後菌蓋重量の最高點である7日迄減少し、再び菌體重量の減少に拘らず粗脂肪量は12日迄甚だしく增加する。

此の間の粗脂肪の性質は當然差異のあるべき事が豫想され、今後培養期間を通じての菌體內脂肪の性質の差異、並に培養液の組成、培養條件に依る脂肪の消長及び不鹼化物の研究を行う予定である。

5 摘 要

(1) 培養液內の物質の消長と酸化還元電壓並びに菌蓋に就いて *Penicillium chrysogenum* Q-176, *Penicillium chrysogenum* KN-2326 の代謝機構を研究した。

(2) 菌は 1~7 日迄培養液中の Energy 源を攝取蓄積して發育を續け、之に伴い酸化還元電壓は下降する。7日以後、菌の發育停止と菌體の分解に伴い菌體成分の培養液中への移行に依り酸化還元電壓は上昇の傾向を有す。(Fig. 1, Fig. 2, Table 7)

(3) 培養液中の Glucose 及び Total-N 曲線は酸化還元電壓曲線と類似の傾向を有するも (Fig. 1, Fig. 2.) 菌蓋重量曲線と Penicillin 生產曲線は反對の傾向を有し、Penicillin 生產曲線の最高點は菌蓋重量曲線の最高點及び酸化還元電壓曲線の最低點より2日程ずれてゐる。(Fig. 3, Fig. 4)

(4) Penicillin の生產は初期に於ては、菌の發育と平行的に增加するが、最高點に達するときは菌の通常の代謝ではなく自己分解に依り生產されると思われる。

(5) 菌蓋重量の7日以後の減少は菌體の異常代謝により自己分解が起り、菌體成分の培養液中への移行によるものと思われる。

(6) 菌體中の脂肪含量は發育期を通じて著しい差異がある。(Fig. 5, Fig. 6)

終りに臨み本實驗に御協力を賜つた本學部久保周一郎講師に謝意を表すると共に、菌の授與に御快諾下すつた雪印乳業株式會社製藥部牛澤工場長に厚く感謝致します。

6 文 献

(1) E. J. Jaruis, & M. J. Johnsón (1947)： The role of the constituents of synthetic media for penicillin production. J. Am. Chem. Soc., 69: 3010.

(2) Moyer. A. J. & R. Cochill (1945)： Penicillin Ⅷ. Production of penicillin in surface culture: J. Bact., 51 (1): 57～58.

(3) Koffer. H. R & L. Emerson, D. Perlman & R. H. Buris (1948)： Chemical changes in submerged penicillin fermentation: J. Bact., 50: 516～548.

(4) 植 村 (1948)： 酵素とペニシリン、平凡社

(5) 中 野 (1948)： 表面培養に關する研究 (Ⅲ)、pHの緩衝 醱酵に就いて: Journal of penicillin. Vol. 1, No. 10.

(6) 古 橋 (1949)： ペニシリンの生成機構に關する研究 (Ⅱ): Journal of Antibiotics. Vol. Ⅲ, No. 4.

(7) 萩 原 1949)： 青黴菌體内のペニシリン: Journal of Antibiotics. Vol. Ⅲ, No. 4.

(8) 萩 原 (1950)： ペニシリンの生成に就いて: Journal of Antibiotics. Vol. Ⅲ, No. 14.

(水產科學研究所業績 第67號)

貯藏性水產食品製造に關する研究※

第7報　液體燻製中のフオルムアルデヒドの魚體內への滲透量と、その操作による防腐性に就いて

谷川英一・秋場　稔・今井五郎（水產食品製造學教室）

STUDIES ON THE MANUFACTURE OF CONSERVATIVE MARINE FOOD PRODUCTS

Ⅶ. THE AMOUNT OF FORMALDEHYDE PERMEATING INTO THE FISH MUSCLE BY LIQUID SMOKING AND THE PRESERVATIVE EFFECTS

Eiichi TANIKAWA, Minoru AKIBA and Goro IMAI

(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

(1) When we distill wood, we obtain a liquid, which we call wood vinegar. Recently we immersed fish into the diluted wood vineger, and tried to get the same preservative effect as by the usual smoking method. We call it "The Liquid Smoking Method."

We obtained the same product as the usual smoked fish, when we immersed the fish into the 1:15 diluted wood vinegar and then dried it.

(2) In the liquid smoking method, the amount of formaldehyde which permeates into the fish muscle should be inversely proportionate to the dilution.

When the fish was immersed into the 1:15 diluted wood vinegar, then the amount of formaldehyde which permeated into the fish muscle was about the same as by the usual cold smoking method.

(3) The period of preservation by the liquid smoking method, using 1:15 diluted wood vinegar, is shorter than the usual smoking method. But if we dry the fish after the liquid smoking we can get the same preservative results as by the usual cold smoking method.

The liquid smoked fish is inferior to the usual cold smoked fish in taste and flavour. Therefore we must dry moderately the liquid smoked fish.

1　緒　　言

著者等は前報[1]においてコロナ放電による魚類燻製法についてその効果を報告したのであるが、本報告においては近年魚類の簡易大量處理法の一つとして行われている魚類の燻液處理法の効果につ

※　本研究の第1報～第6報は「應用菌學」（札幌、北方出版社發刊）に掲載してある。

いて報告せんとするものである。

液燻法に關しては既に岡村、奥田、菅原、竹内氏等[2] 及び岩垂、森、大谷氏等[3] の製造法に關する報告が發表されている。

本法によれば鰯類、鰊、秋魚、鯖等大量的に水揚げされる魚種を比較的簡單に且つ短期間に處理することが出來る。然しこの燻液處理に用いる木醋液の主成分は水分、有機酸、フエノール類、アルデヒド類であるが、なほメチルアルコール、フオルムアルデヒド等も含有されていることは、之等が當然製品魚肉中にも移行される故、本法が食品製造に適用され得るか否かが屢々問題になつたところである。

著者等は本方法の處理中に於けるフオルムアルデヒド滲透量、並びにその貯藏性に就いて試驗してみた。

2 實 驗 の 部

食品中のフオルムアルデヒドの測定には前報と同じく水蒸氣蒸溜法を採用した。

(1) 供試木醋液中のフオルムアルデヒド量の測定:-

供試木醋液のフオルムアルデヒド量を上記水蒸氣蒸溜法により測定してみた。供試液は日本水產株式會社函館支社より分與されたものであつて、濃黑褐色の比重 1.021, pH 3.8, 刺戟臭を有する性狀のものである。

Table 1. The amount of formaldehyde in the wood vinegar. (diluted 1/10, sample 3c.c.)

Distillate	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	Total
0.01N $Na_2S_2O_3$ (c.c.)	7.03	7.68	8.02	8.57	8.77	8.91	—
Formaldehyde (mg)	0.316	0.218	0.167	0.085	0.063	0.035	0.884

實驗結果は第1表の如くであつた。

即ち原液 1c.c.中には2.95 mg (0.295%) のフオルムアルデヒド量を含有することゝなるが、著者の一人、谷川の研究[4] によれば、水蒸氣蒸溜法では約 56% のフオルムアルデヒドが溜出されるものである故、實際は原液 1c.c 中に約 5mg のフオルムアルデヒドを含有することゝなる。それ故供試木醋液中のフオルムアルデヒドの濃度は約 0.53% と思われる。

Table 2. The concentrations of the wood vinegar and the amount of permeated formaldehyde. (mg/30gm.)

	Degree of dilution / No.of distillate	2-fold dilute	3-fold 〃	5-fold 〃	10-fold 〃	15-fold 〃	Control (not submerged)
0.01N $Na_2S_2O_3$ c.c.	No.1	10.00	9.92	0.32	0.83	4.75	1.29
	No.2	13.00	4.70	0.52	3.13	3.74	0.70
	No.3	17.50	4.03	4.87	9.00	5.03	0.72
	No.4	11.68	8.74	5.51	4.73	7.40	0.92
	No.5	20.10	11.78	9.92	3.87	7.92	0.75
	No.6	26.50	11.10	10.83	4.33	7.98	0.42
Form-aldehyde (mg)	No.1	7.68	6.92	4.19	2.73	1.362	0.194
	No.2	4.98	4.27	2.74	1.66	0.862	0.105
	No.3	4.25	3.52	2.06	0.822	0.632	0.108
	No.4	3.77	2.77	1.92	0.738	0.319	0.071
	No.5	2.62	2.28	1.23	0.844	0.180	0.113
	No.6	1.39	2.40	1.08	0.717	0.207	0.063
Total (mg)		24.19	22.17	13.22	9.511	3.562	0.654

(2) 燻液處理に於ける燻液濃度とフオルムアルデヒドの滲透量:-

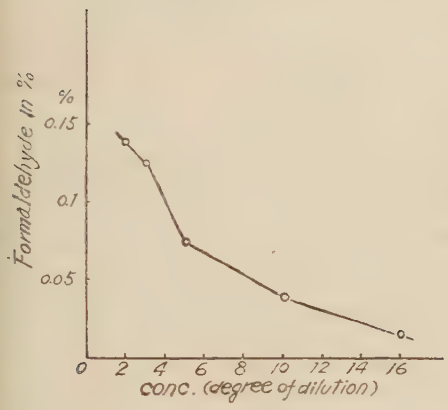
燻液濃度の差異によるフ

Table 3. Real permeated amount of formaldehyde.

Degree of dilution	2-fold dilute	3-fold 〃	4-fold 〃	10 fold 〃	15-fold 〃
Formaldehyde (mg/30gm)	23.54	21.52	12.57	8.86	2.91
Calculated amount of formaldehyde.※ (mg/30gm)	42.03	38.43	22.43	12.23	5.18
Percentage	0.14	0.128	0.0747	0.0407	0.017

※ In assumption that 56% of formaldehyde in the sample will be able to distile out.

Fig. 1. Relation between the conc. of wood vinegar and the amount of permeated formaldehyde (S.G. = 1.021, immersed time = 24 hours)



オルムアルデヒドの滲透量を知るために次の如き實驗を行つた。即ち前記木醋液を各々2倍、3倍、5倍、15倍に稀釋した液を作り、この各 200c.c. に冷凍鰊の融解したもの（平均體長23cm、重量80gm）の頭部及び內臟を除去したものを浸漬し、24時間後之を取出して風乾する。風乾3日後各一定部分の肉30gm（魚體の左側肉）を採取し、20時間清水に浸漬し、前記水蒸氣蒸溜法によつてフオルムアルデヒド量を測定する。尙對照として融解鰊を木醋液に浸漬しないものに就いても試驗した。各試驗結果は第2表に示す如くである。

尙第2表より生鰊中の沃度還元物質の量を差引いたものを本木醋液浸漬によるフオルムアルデヒドの滲透量と見做し、實際の滲透量を算出すれば第3表の如くなり、之より燻液濃度とフオルムアルデヒドの滲透量（%）との關係を圖示すれば第1圖の如くである。

3 考 察

著者等が前報にて行つた實驗によれば燻製鱒肉 30gm 中のフオルムアルデヒド量を水蒸氣蒸溜法により測定した結果次の第4表の如き結果を得た。

Table 4. The amount of formaldehyde in smoked-trout (MASU)

Sample	Formaldehyde (mg/30gm)	Real amount of formaldehyde (mg/30gm)※
Cold-smoked trout	0.27	0.63
Electric-smoked trout. 8hrs.	1.09	2.53
〃 16hrs.	1.20	2.80
〃 24hrs.	3.44	8.00
A part of skin	(12.93mg/10mg) 38.79	90.2

※ In assumption that 43% of formaldehyde in the sample will be able to distile out.

即ち普通の冷燻鱒にあつては魚肉 30gm 中に 0.27mg の極く微量のフオルムアルデヒドを含有する。然し電氣燻製法によつて製造したものでは、そのコロナ放電による急速燻製の効果として極く短時間内にも拘らず普通の冷燻製のものに比較して多量であり、中でも24時間電氣燻製を施したものでは魚肉 30g 中のフオルムアルデヒドは 8.00mg となつている。

之等の數値と本木醋液浸漬處理によるフオルムアルデヒド滲透量とを比較すると、一見して判る通り、燻液處理の場合の方が遙かに多量である。然し此の木醋液を15倍に稀釋したものに浸漬したときのフオルムアルデヒド滲透量は電燻24時間製造のものと大差はない。且又其れに浸漬したものゝ製品價値も比較的良好なものであつて、次に本試驗において得られた各製品の價値を比較すると第5表の如くであつた。

Table 5. Relation between the concentrations of wood vinegar and the qualities of the product.

Note / Conc.	Color	Smell	Taste	Remarks
2-fold dilute	Blackish-brown. Polished.	Smoking and tar smell was powerful.	Astringent and bitter taste was powerful. Unsuitable for eating.	Not germinated even in 1 month after.
5-fold dilute	Light-blackish-brown.	Smoking smell was powerful	〃 〃	〃 〃
10-fold dilute	Light brown.	A little smoking smell.	A little astringentness, but suitable for eating.	〃 〃
15-fold dilute	Light-brown.	Moderate smoking smell. Oily smell was none.	Astringent and bitter taste was none. Most suitable for eating.	〃 〃
Air dried product of fresh mackerel. (Control)	Light-brown.	Fish-oily smell was powerful.	A little oily-taste.	Not germinated even in 1 month after. Rancidity of fat was gradually increasing.

即ち15倍稀釋液に浸漬したものは普通燻製品の味と大差なく、外觀は光澤を失するため少し劣るが、然し製品としての價値は概ね良好であつた。木醋液濃度が之以上高くなつてゆくに從い、タール分による一種獨特の澁苦味を增して來るために食用に供し難くなつてくる。此のことより燻液處理を施した場合、原液を適度に稀釋して之に浸漬して製造した燻液處理製品の普通燻製品と比較し味、其の他の製品價値において殆ど遜色のない程度のものにあつては、その中のフオルムアルデヒド量も亦普通製品のものと大差なく、食用に供する場合には何等支障を來たすべきものとは思われない。

尙フオルムアルデヒド滲透量と貯藏性との關係は本試驗が11月～1月の嚴寒時に爲されたものである故、何れも1ケ月を經るも發黴せず、腐敗の徵候は認められなかつた。

4 文 献

(1) 谷 川、秋 場 (1950)： 應用菌學、第4卷、第1號、17頁
(2) 岡 村、奥 田、竹 內： 水產食糧增產法入賞論文集、57頁、北海道水產研究會
(3) 岩 垂、 森、 大 谷 (1947)： 食糧の科學、第1卷、5號、212頁
(4) 谷 川 (1948)： 日本水產學會誌、第14卷、第1號、56頁

(水產科學研究所業績 第31號)

貯藏性水產食品製造に關する研究

第8報　魚類煮乾品の一種所謂「海の星」の貯藏性に就いて

谷川英一・秋場　進・元廣輝重（水產食品製造學教室）

STUDIES ON THE MANUFACTURE OF CONSERVATIVE MARINE FOOD PRODUCTS

VIII. THE PRESERVATIVE QUALITY OF A STEAMED-DRIED FISH PRODUCT, TRADE MARKED AS "UMINOHOSHI"

Eiichi TANIKAWA, Susumu AKIBA and Terushige MOTOHIRO

(Faculty of Fisheries Hokkaido University)

"Uminohoshi" is a product in patent which is made by drying after salting and boiling of fish. The patent owner has said that this product holds the same properties as raw fish and never decomposes. The authors have estimated the water content, the salt content, the ammonia, and the count of bacteria in samples from the several stages of processing, to estimate the preservative capacity of these samples. From the experiments, it was found that when the salt content was below 10% in any stage of processing, it could not be considered a factor in preservative capacity. The amount of volatile base was recognized to have been increased when the sample had been boiled and dried. Rapid increase in the amount of the volatile base was seen when the water content of the sample was above 55%, but a slow increase was seen when the water content was below 53%. A change of counts of bacteria was found as had been considered likely from the above findings: namely the rapid increase of bacteria was logarithmic when the water content of the samples was above 55%, but the count showed a decrease when water content was below 51%.

It was observed that at the first step of decomposition the volatile basic nitrogen was 30 mg per 100 gm of the sample, and at the complete decomposition, the nitrogen was above 40 mg/100 gm.

From these studies, it may be stated that when the water content of the samples in each stage of processing was above 55%, the products did not decompose during a period of 10 days; when the water content was at 53%, the products could be conserved during 20 days; but when the water content of the products was less than 53%, the products can be conserved completely. It is needful to dehydrate the material as completely as possible during the processing.

The preservative quality of "Uminohoshi" is due only to the small water content. There

is no conservative ability when the product is manufactured having a water content over 53%. The authors were able to gain an excellent product having no store burn (oxidation of fat) by a process of smoking after drying.

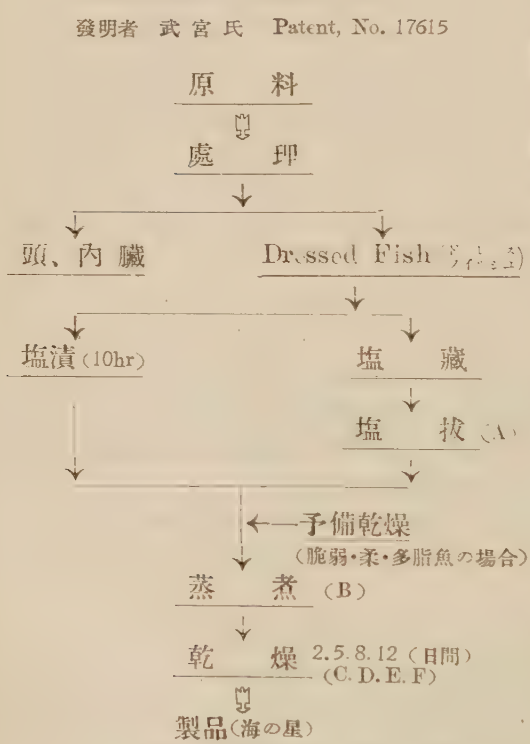
1 緒　　　言

著者等の研究室では罐詰、冷凍等の如き從來行はれて來た貯藏性水産食品以外に水産物に貯藏性を賦與せしめる研究[1-7]として種々の研究を行つて來たが、此の度たまたま函館市内の一會社より、魚類煮乾品の一種である所謂「海の星」の貯藏試驗を依頼されたので、二、三の實驗を行い、その結果貯藏の因子としては水分量のみにある事が判つたので、此處に第8報として報告する。尚此の種の研究に關しては理論的に數多くの研究[8]が行はれているが、實際の製品については我國では余り多くの研究がなく、唯二、三の報告[9,10]がなされているのみである。

〔海の星の製造方法及び其の製品價値〕

本製品の製造方法は武宮氏の發明（特許番號第17615號）に依るものであつて、依頼者からのパンフレツト、其の他特許關係の參考記事に依れば、第1表の如き工程である。

第1表　「海の星」製造工程



即ち原料（魚種を問はず）の頭と内臓を除去し、Dressed Fish とし、よく洗滌し塩漬又は塩藏する。その後食味の關係上或程度塩拔をする。此の場合魚體が柔いものとか、脆弱なもの、又は多脂肪魚にあつては豫備乾燥し、次いで蒸氣釜にて蒸煮した後、天日又は乾燥機にて乾燥して製品とする。その發明の目的とする處は此の樣にして製造した「海の星」は非常に柔くて、外觀的（物理的）に生の樣であり、又美味にして、食べる時にすぐ食用に供する事が出來るので燃料と時間、勞力の無駄が無く、榮養的にみても優れていると云うのである。

2 實 驗 の 部

(1) 試料の製造

著者等も以上の方法に基き「海の星」を試製し、その製造過程中に於て如何なる要素によつてその貯藏性が賦與されるかを知るため、その各工程中より試料をとつた。即ち原料魚としてニシン、ホツケを用い、之等を Dressed Fish とし、20% 撒塩を施し、10日間塩藏し、11日目流水にて塩拔した。その塩拔程度は時々燒いて食味を驗し、塩味が適當と思はれる時を度とし、水より揚げ、天日にて約2日間予備乾燥し、各魚體の尾部を紐にて吊す樣

にしてコツホ蒸氣釜を用いて蒸煮し（蒸煮は30分にて肉質が凝固するのを限度とした）、これを掛棒に吊し乾燥した（途中天候が悪い時は室内にてストーヴを用い加熱乾燥した）。これ等各工程中の試料を區別するため、試料記號を塩抜後をA、蒸煮後をB、本乾燥2日目をC、5日目をD、8日目をE、12日目をF、16日目をGとした（第1表製造工程中の記號參照のこと）。尙乾燥日數による水分含量の差は第2表～第4表に記してある。

〔2〕 實 驗 方 法

各工程中の試料は貯藏中に水分の蒸發を防止するため、殺菌せるライファン袋に入れ口を密封し、37℃の恒溫器内に放置し、一定時間毎に揮發性塩基窒素量並に細菌數を測定し、併せて外觀的に腐敗の有無をみた。尙、揮發性塩基窒素量は Weber-Wilson 兩氏の方法により、細菌數は常法に從い十進法稀釋平板培養法により測定した。

3 實驗結果及び考察

ニシンに就いては第2表、第3表及び第1圖、第2圖の如き結果を得た。第2表より見るに水分はAに於て71.07%、Bは66.10%、Cは62.42%、Dは56.53%、Eは53.60%、Fは51.21%、Gは48.71%であつて、食塩量はAよりそれぞれ3.26%、3.78%、4.25%、5.15%、5.57%、6.25%、7.02%となつている。各工程中試料の食塩量から貯藏性を考えれば、何れも10%以下となつて居り、食塩のみでは貯藏され得ることは考えられない。[11] 然して揮發性塩基窒素量の變化を見るに第1圖及び第2表の如く、Aにありては試料の揮發性塩基窒素量は4.18mgであつたのが3日目には26.30mgとなり、微腐敗臭を發し(×)4日目にて47.0mgとなり完全に腐敗臭(○)を發し表面に粘性の細菌集落が認められた。Bの蒸煮後直後では4.61mgであつて4日目にて腐敗初期と認められ、揮發性塩基窒素量は26.95mgであつた。5日目には37.41mgとなり、外觀的にも完全に腐敗した。Cの乾燥2日目は9.05mgとなり、貯藏日數6日目にて腐敗初期と思はれ、揮發性窒素量は30.40mgとなり、7日目の43.51mgにて完全に腐敗した。又乾燥5日目のDの場合を見るに試料中には9.60mgであつたが、6日目にて29.81mgとなり、腐敗初期と思はれ、翌日の7日目には37.97mgとなり、完全に腐敗してあつた。Eの8日目にあつては當初の揮發性塩基窒素量は11.08mgであり、その後、余り急激な變化は認められなかつたが10日目頃より30mg以上となつているが、未だ腐敗初期と思はれず、16日目の37.42mgに於て腐敗初期と思われ、18日目に完全に腐敗したと認められた。揮發性塩基窒素量は33.26mgであつた。乾燥12日目のFに於て最初の揮發性塩基窒素量は12.40mgであり、Eよりも尙窒素の變化は少く、16日目の37.14mg、18日目の34.26mgに於ても未だ腐敗初期らしく思はれるが、さほどの腐敗臭は感ぜられなかつた。Gの乾燥16日目の試料に就いて見るに、當初の揮發性塩基窒素量は15.64mgであり、その後次第に窒素量は增加しているが著しい變化は認められず15日目に於ても未だ腐敗初期とも思はれず26.30mgであつた。然しE、F、G、共5日目頃より油燒けの現象は甚だしく、試料は褐色を帶び、10日目頃には何れも全部分に於て油燒けの現象が激しくなつた。

以上の如く「海の星」の場合もやはり、加熱、乾燥により揮發性塩基窒素量は增加し[12] 又30mg前後に於て腐敗初期と思はれる[13] 之等腐敗狀況と乾燥度（水分含量）との關係を見るに、A～Dでは、水分量が71.07～56.53%の範圍にあつては何れも揮發性塩基窒素量の變化は著しく、1週間以内にて腐敗している。又Eの53.60%に於ては變化はやゝ緩慢となり、18日目頃に於て腐敗と認められ、51%以下のF、Gにありては更にその變化は緩慢となり、未だ腐敗現象は認められない。細菌數の變化も大體揮發性塩基窒素の場合の變化と同樣と思はれた。即ち第2圖及び第3表の如くAにあ

Table 2. Variation of the amount of volatile basic nitrogen (mg/100gm) during storage at 37°C. (No. 1, Herring)

No. \ Days	(NaCl%) Water content	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16	18	days 20
A After salting out	(3.26) 71.07	4.18	6.44		× 26.30	○ 47.00		○ 72.08											
B After boiling	(3.78) 66.10	4.61				× 26.95	○ 37.41	○ 41.25				○ 56.23	○ 74.10						
C 2 days after drying	(4.25) 62.42	9.05	10.16	20.09				× 30.40	○ 43.51										
D 5 days after drying	(5.15) 56.53	9.60		10.78				× 29.81	○ 37.98	○ 55.01									
E 8 days after drying	(5.57) 53.60	11.08			17.41		21.36			25.40		31.42	32.20				× 37.42	○ 39.26	○ 44.78
F 12 days after drying	(6.25) 51.21	12.40	13.14		14.71		16.40			20.04	23.46		25.45	26.12		30.04	× 33.14	× 34.26	
G 16 days after drying	(7.02) 46.71	15.64					15.56			17.77		24.02		25.67	26.24	26.30			

Table 3. Change of the bacterial counts during storage at 37°C (No. 1, Herring)

No. \ Days	(NaCl%) Water content	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16	18	days 20
A After salting out	(3.26) 71.07	80,000			×	○ 370,000		○ 2,700,000											
B After boiling	(3.78) 66.10	2,300				× 31,000	○ 51,000					○ 416,000	○ 4,330,000						
C 2 days after drying	(4.25) 62.42	530	1,700	5,800				× 24,400	○ 261,000										
D 5 days after drying	(5.15) 56.53							× 18,200		○ 250,000									
E 8 days after drying	(5.57) 53.60	350					2,770			4,631								×	○ ○
F 12 days after drying	(6.25) 51.21	180			500		125			105			150			150	×	×	
G 16 days after drying	(7.02) 46.71	120			500		590			90					60				

Fig. 1 Variation of the amount of volatile basic nitrogen during storage at 37°C (No. 1, Herring)

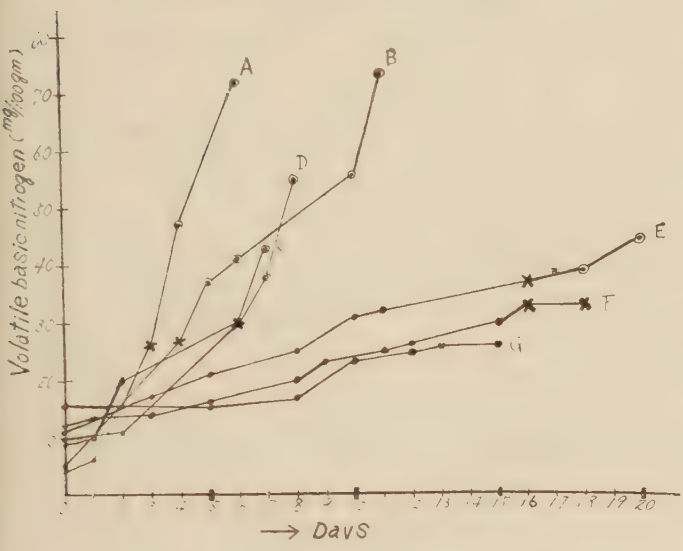
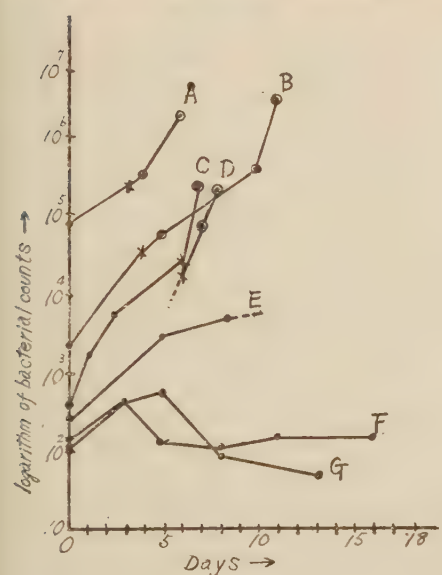


Fig. 2 Change of the bacterial counts during storage at 37°C No.1, Herring)



つては當初80,000箇にして4日目の腐敗時には370,000 箇に增加している。同樣にB、C、D共に細菌數が對數的に急激に增加することが認められた。唯Eの場合、その變化は余り急激でない樣に思はれる。試料の都合上腐敗時の細菌數は測定しなかつた。F、G（水分51.21%、46.71%）に於ては 3～5日目頃迄は增加しているが、後減少を示したのは水分が少ない爲、細菌の發育が阻止せられ、[14] 細菌集落の形成が困難となつた爲と思はれる。

次にホツケを用いた場合の結果を見るに、第3圖、第4圖及び第4表、第5表の如く水分はA、B、C、D、E、F、Gとなるに隨い、即ち各工程の乾燥が進むに隨つて減少するが、この場合食塩は何等貯藏性を附與するものとは思はれない。又揮發性塩基窒素量も試料調製當初は第4表の如く、夫々6.02mg, 6.25mg, 10.16mg, 13.00mg, 13.15mg, 15.01mg, 17.31mg と鹽拔、蒸煮、乾燥と工程の進むに隨い幾分增加を示している。これら試料の貯藏中の揮發性塩基窒素量の變化も亦、第3圖に示す如く、ニシンの場合と略々同樣に A～D（水分 68.50～55.37%）にあつては急激に增加し、30mg 附近にて腐敗初期と思はれ、何れも 10日以內にて腐敗し、その時の窒素量は 40mg 前後であつた。尙 E～G 即ち水分 51.44～40.54% にあつてはその變化緩慢にして、Eは20日目（37.36mg）に於て始めて腐敗初期らしく思はれた。この場合の細菌數の變化はこれも亦、ニシンの場合と同樣に揮發性塩基窒素量の變化と相應した傾向を示した。即ち第4圖、第5表の如く A～D に於ては急激に增加し、Eの水分量 51.44% の場合には稍々緩慢となり、F、G に於ては一度增加した後減少する傾向を示した。又當初の細菌數はニシン、ホツケ共に加熱、乾燥する事により勿論減少した。

以上實驗結果の如く、ニシン、ホツケ共に「海の星」製造法の各工程に於て 55～71% の水分含有量の時は 10 日以內にて完全に腐敗するが、51% 以下になれば腐敗現象を認める事は出來なかつた。即ち 50% 以上の水分にてはその貯藏が不可能と思われる。換言すれば、本製品を完全に貯藏するに

Table 4. Variation of the amount of volatile basic nitrogen (mg/100gm) during storage at 37°C. (No. 2, HOKKE)

No. \ Days	(NaCl%) Water content	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16	18	days 20
A After salting out	(3.12) 68.50	6.02	9.81		× 28.43	○ 40.43		○ 57.79											
B After boiling	(3.40) 65.90	6.25				24.10	24.71				×	○ 47.94	○ 54.75						
C 2 days after drying	(3.83) 62.01	10.16	12.41	17.50	26.20			× 33.97	45.40										
D 5 days after drying	(5.20) 55.37	13.00		14.37				26.12	× 29.01	○ 45.06									
E 8 days after drying	(5.28) 51.44	13.15			18.60		19.74			20.01			24.73				26.98	31.45	× 37.36
F 12 days after drying	(6.32) 49.64	15.01	16.21		17.89		18.17			19.74	20 00		22.73	23.47	25.64	29.74			
G 16 days after drying	(7.21) 40.54	17.31					17.70			18.21		20.21		22.14	24.16				

Table 5. Change of the bacterial counts during storage at 37°C. (No. 2, HOKKE)

No. \ Days	(NaCl%) Water content	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16	18	days 20
A After salting out	(3.21) 68.50	40,000			×	○ 135,000		1,230,000											
B After boiling	(3.40) 65.90	12,000				38,000	46,000				×	○ 164,000	○ 400,000						
C 2 days after drying	(3.83) 62.01	1,500	3,600	4,200	5,900			× 150,000	○ 503,000										
D 5 days after drying	(5.20) 55.37			200				20,300	×	○ 308,000									
E 8 days after drying	(5.28) 51.44	280					2,800			4,200			4,540				7,500	11,000	×
F 12 days after drying	(6.32) 49 64	380					181			103			290			280			
G 16 days after drying	(7.21) 40.54	160					570			70					90				

Fig. 3. Variation of the amount of volatile basic nitrogen during storage at 37°C (No.2, HOKKE)

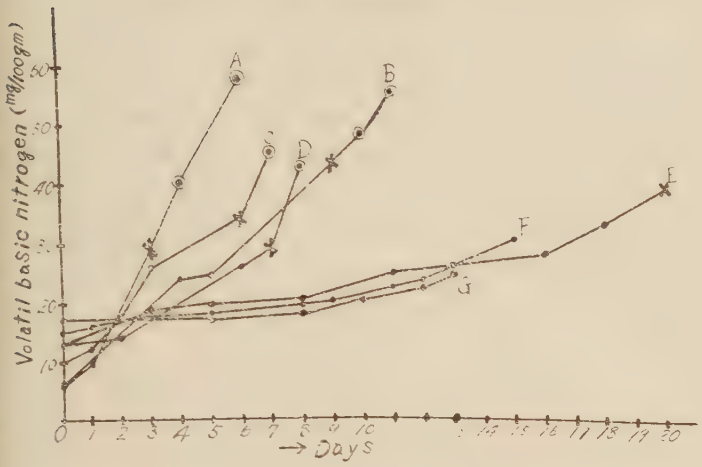
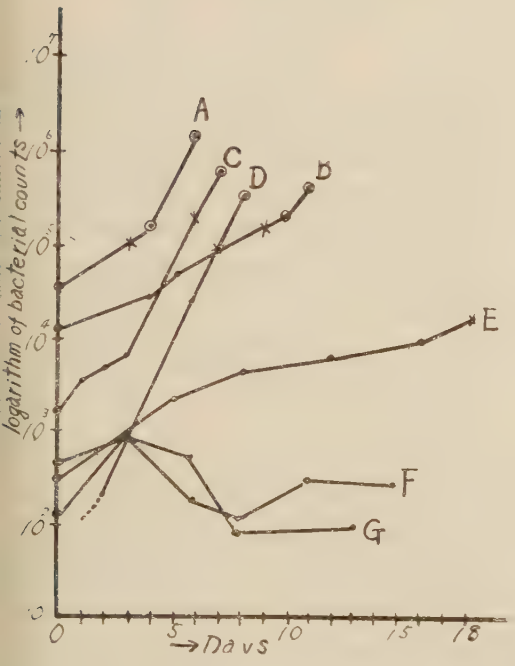


Fig. 4. Change of the bacterial counts during storage at 37°C (No.2, HOKKE)



は水分含有量のみが重要要素であつて、各工程そのものは何等重要要素でなく、少なくとも 50% 以下にしなければ完全に貯藏出來るとは思はれない。かくの如き水分量では肉質も相當硬く、所謂從來の煮乾品と同樣であつて、强いて分類すれば鹽煮乾品とも云えるものであらう。即ち發明者の云う所の生の如く柔かくて美味にして貯藏性云々と云う事はいさゝか不適當と云はざるを得ない。

4 「海の星」改良法

「海の星」の貯藏性は前述の如く、その工程それ自體に依つて貯藏性を生ずるものではなくその製品の水分量の減少に依つて貯藏性が賦與されることが明らかになつた。唯その工程に於て從來の煮乾品より鹽分が幾分濃い爲め味が良好であつて、更にその各工程を生かすとすればたゞその製品の油燒けを防止する爲め、「海の星」の製品に燻製處理を 1 回行う事が望ましい。著者等は燻製處理を加えた場合の製品の油燒けの狀況を製品抽出油の酸價、沃素價、過酸化物量に就いて實驗した。實驗方法は函館近海にて漁獲された中サバを用いて「海の星」を製造し、30°C にて 24 時間燻製處理を行つた後、直ちにその一部を石油エーテルにて抽出し、試料油を調製し（貯藏日數 0 日）實驗に供した。製品の貯藏は 30°C の恒溫器內にて行つた。貯藏日數は 0, 2, 5, 10日とし、酸價は常法に從い N/10 酒精加里にて滴定し、沃素價は Wijis 氏により、過酸化物量は Lea 氏法[15] に依り油脂 1g に對する N/100 $Na_2S_2O_3$ の c.c. 數を以つて表した。その結果は第 6 表及び第 5 圖～第 7 圖の如くであつた。

即ち酸價は燻製せるもの（試料A′）並びに燻製せざるもの（試料B′）供に 5 日目頃より增加しているが、幾分 B′ の方が其の變化が大きい樣である。沃素價の變化は A′ に於ては其の減少度が少く、明

Table 6. Chemical change of the crude fat during storage at 37°C. (Mackerel)

	Sample \ Days	0	2	5	10
Acid value	A′	3.21	3.51	4.22	8.05
	B′	2.46	2.89	4.54	8.93
Iodine value (Wijis method)	A′	160.40	159.62	157.20	148.42
	B′	155.84	153.24	149.16	133.12
Peroxide matter (Lea's method) N/100-$Na_2S_2O_3$c.c./oil 1gm	A′	0.28	0.30	0.32	0.45
	B′	0.32	0.36	0.52	1.20

Note : A′ = Smoked mackerel.
B′ = Not smoked mackerel.

Fig. 5. Change of Acid value.

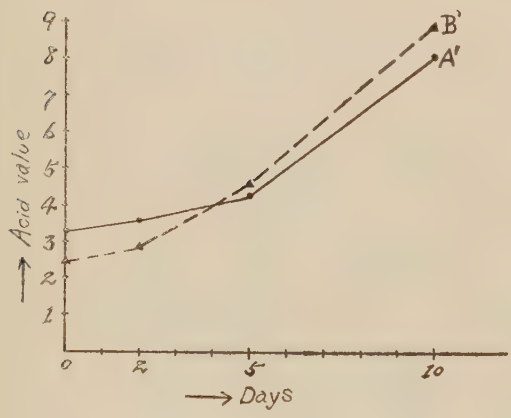
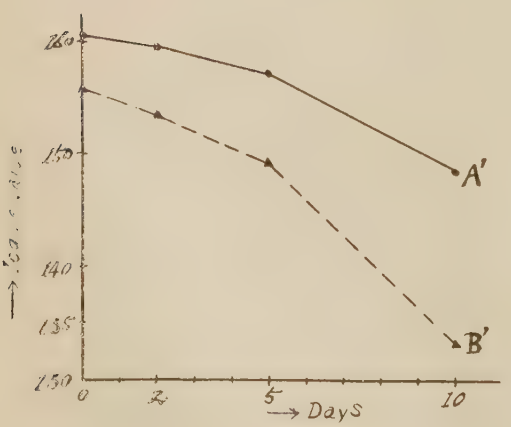


Fig. 6. Change of Iodine value.



らかに抗酸化作用が認められ、B′ に於ては5日目頃より著しい減少を示した。又同様に過酸化物量の變化もA′に於て抗酸化作用が認められ、5日目頃迄は大差無く、10日目頃に僅かに増加していた。それに比較しB′では5日目頃より増加し、10日目に於ては著しい増加を示した。又外觀も A′ に於ては溫燻の様で方程の油燒けを認められないのに反し、B′ では茶褐色に油燒けし、非常に外觀を損していた。尙抽出油は肉眼的に A′ の方が粘度も高く思はれ、色調は赤褐色を呈していた。

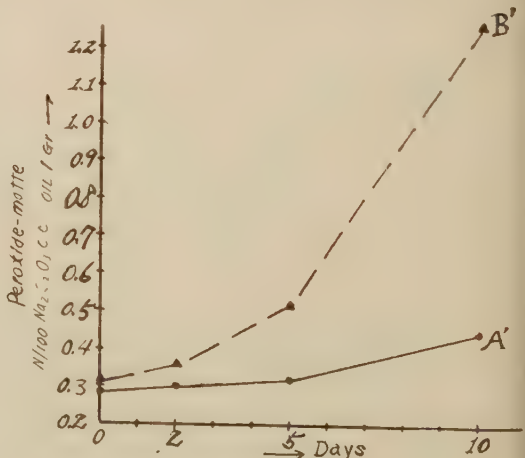
本實驗結果よりも明らかな如く、油の酸化防止の目的を以て、燻煙行程をも含めた所謂「海の星」製造法が普及されることが望ましい。

5 總　　括

(1) ホツケ、ニシンの魚類煮乾品の一種である所謂「海の星」の貯藏試驗を行つた。即ち各工程中より試料を採取し、その水分、食塩分、揮發性塩基窒素量及び細菌數を測定した。

(2) 各工程中の食塩量は何れも 10% 以下であり、これのみでは貯藏され得るとは考えられない。

Fig. 7. Change of the amount of peroxide-matter.



(3) 揮發性塩基窒素量は蒸煮乾燥中に幾分増加した。而してこの變化は水分量を 55% 以上有する工程の部分であると急激に増加し 53% 以下ではその増加も緩慢であつた。

(4) 細菌數の變化も揮發性塩基窒素量と大體同じような傾向を示し、水分量 55% 以上では對數的急激に増加し、53% 以下では緩かであり、51% 以下ではむしろ減少する様な結果となつた。

(5) 外觀的觀察に依れば魚肉 100gm に對し揮發性塩基窒素量が 30mg 前後で腐敗初期と認められ 0～50mg にて腐敗している。即ち各工程中水分量 55% 以上では何れも 10 日間以內、53%位では20 間、それ以下では腐敗現象を認められなかつた。それ故製造工程中、出來るだけ早く水分を脫除しければならないことが判る。

(6) 結論として「海の星」の貯藏性の因子は水分量の小なることのみであり、50%以下の製品としければ長期の貯藏は不可能である。即ち「海の星」は何等新規なる貯藏食品でないことが判る。

(7) 「海の星」製品の油燒けを防止する爲め、著者等は本乾燥後燻製處理を 1 回行う事に依りその的を達した。

6 文 献

谷 川、 秋 場 (1946)： 應用菌學、Vol. 1, No. 2, p. 74.
〃 〃 (1947)： 〃 Vol. 2, No. 1, p. 17.
〃 〃 (1948)： 〃 Vol. 2, No. 3, 4, p. 122.
谷川、秋場、松田 (1948)： 〃 Vol. 3, No. 1, p. 13.
谷 川、 秋 場 (1949)： 〃 Vol. 3, No. 3, p. 81.
〃 〃 (1950)： 〃 Vol. 4, No. 1, p. 17.
谷川、秋場、今井 (1951)： 北海道大學水產學部研究彙報、第 2 卷、第 1 號、51頁
(a) Öhnis (1913)： Vorlesungen über landswirtschaftliche Bakt., S. 63, Berlin.
(b) Thom and Le Fevre (1921)： J. Agr. Res., 22, 179.
(c) Kimata (1934)： 日本水產學會誌、3, 139.
(d) Weigrt ： 木俣 (1944)、食品腐敗學、180.
(e) Jones ： 同 上
(f) Wolf ： 奥田及大谷 (1933)、水產食品化學、239.
(g) Weizert： 同 上
(h) Biarley and Thom (1920)： Oper Miller, 25, 368.
(i) 木 俣 (1942)： 日本水產學會誌、10, 197.
(j) 川 上 (1942)： 日本水產學會誌、Vol. 10, No. 6, 256～262.
(k) 山 村 (1932)： 水講試報、27. (2).
(l) 山 村 (1936)： 日本水產學會誌、5, (2).
高 安、山 本 (1931)： 北水試、「身欠鰊貯藏試驗報告」
內 田 (1930～1931)： 富山縣、水講報、96.
Reay (1935)： Rep. of Food. Investigation Board.
(a) 原 (1928)： 榮、研、報、2. 451.
(b) 野 口 (1932)： 日本水產學會誌 1, 121.
(c) 原、河 野 (1925)： 榮、研、報、107.

(13) (a) 木 村、熊 倉 (1934)： Proc. Fifth. Pac. Congr., 5, 3709.
(b) Lücke and Gerdel (1935)： Z. Untersuch. Lebensmit., 70, 441.
(c) Tillmans und Otto (1924)： Z. Untersuch. Nahr-Genusmitt., 47, 25.
(d) 山 村 (1933)： 日本水產學會誌、2, 118.
(e) 谷 川 (1933)： 水產製造會誌、3, 319.
(f) 清 水 (1925)： 農化、1, 730.
(g) 木 村 (1933)： 水產製造學全書、33.
(h) 衣 笠、服 部、須 藤 (1932)： 衛生試驗所彙報、39號、233.
(i) 今 井 (1933)： 國民衛生、12, 2, 181.
(j) 谷 川 (1936)： 水產學雜誌、40, 1.
(14) (a) Paul, Bristein, Reuss (1910)： Biochem Z., 25, 367; 29, 202; 29, 249.
(b) Rogers (1914)： J. Inf. Dis., 14, 100.
(c) Buchanan and Fulmer (1936)： Physiology and Biochemistry of Bacteria, 2, 336.
(d) Omeliansky (1926)： Compt. Rend. Acad. Sci., 193, 707.
(e) Harding und Prucha (1902)： Centbl. Bakt. (etc)., Abt. 2, 15, 240.
(f) 木 俣 (1949)： 食品保藏學、180.
(15) Lea (1935)： Ind. Eng. Chem., 27, 724.

(水產科學研究所業績 第68號)

貯藏性水產食品製造に關する研究

第9報　壓搾乾燥食品製造に關する研究

谷川英一・秋場　稔・元廣輝重（水產食品製造學教室）

STUDIES ON THE MANUFACTURE OF CONSERVATIVE MARINE FOOD PRODUCTS

Ⅸ. ON THE MANUFACTURE OF PRESSED-DRIED FISH

Eiichi TANIKAWA, Minoru AKIBA and Terushige MOTOHIRO

(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

The writers have studied on the growth conditions of molds on the surface of the pressed-dried fish and then on the prevention of the germination of molds.

The results were as follows.

(1) When the water contents of products were approximately below 16%, the molds could not germinate. But when the water contents were above 18%, the molds could germinate.

(2) In the case of the products were laid in the condition below 70% of relative humidity in air, the molds could not germinate. When the relative humidity became above 70% in the chamber, the water contents of products also became above 18% absorbing the moisture in air, then the molds could germinate.

(3) The smoked products were prevented from the germination of molds comparing with the non-smoking products. But the effectiveness to prevent the germination of molds was not so much as expected.

1　緒　　言

一時的に多獲される魚體、例えばニシン、イワシ、ホツケ等を處理し、貯藏性を賦與せしめる爲め魚體を煮熟し、壓搾し、乾燥することは從來も行はれて來た。著者等はこの製造工程に於て魚體を燻煙處理することによつて製品中の殘存脂肪の酸化を防止し、又製品の發黴防止について研究を行つたのでこゝに報告せんとするものである。

2　實　驗　の　部

1. 燻煙の製品酸化に及ぼす影響

實驗方法及び結果：-

本實驗に於てはホツケを使用し、その製造工程は第1表の如くであつて、その工程中に燻煙處理を

第1表　製造工程

調　理(内臓除去)
↓
蒸　煮
↓
壓　搾
↓
燻　煙
↓
乾　燥

行つたものと行はないものを作り比較した。製造工程中にて燻煙操作を行つたものをA、燻煙處理を行はぬものをBとし、之等を37°Cの恒溫器中に放置し、一定時日後エーテルで抽出し、その過酸化物酸素量をTaffel氏法で行い、油10gmに換算した過酸化物酸素量(mg)は第2表の如くである。又抽出脂肪につき沃素價を測定した結果は第3表の如くである。

之等の實驗結果からみて燻煙處理を施したものは酸化の進行の遲いことが分る。これは高橋及び增田[1]兩氏並びに大谷氏[2]等が油脂に燻煙を通じて油脂の酸化を防止し得たことに一致する。

2. 製品の黴發生防止について

(1) 製品に於ける黴の發生と雰圍氣の溫度及び濕度との關係

Table 2. Variation of the amount of Peroxide-oxygen of extracted fat during storage at 37°C. (O_2 mg/gm oil)

Sample \ Days	0	7 days	10 days	35 days
A	2.5	2.8	25.4	26.4
B	2.3	4.1	27.5	29.3

Table 3. Change of the Iodine value of extracted fat during storage at 37°C. (Wijis method)

Sample \ Days	0	7 days	10 days	35 days
A	130.41	127.19	125.31	111.76
B	128.49	125.71	109.13	93.20

前項の製造工程A、Bに於ける製品中B(燻煙工程を施さないもの、水分14.8%)を約2×2×0.8cmの大きさに切りシヤーレに入れ、之を第4表の如き氣濕とした硫酸デシケーター中に入れ、その假底(目皿)上に載せ10°C, 20°C, 30°Cに放置し、黴發生迄の日數及び發黴時の含水量を測定した。第5表はこの實驗結果を示す。

第5表よりみるに各溫度何れも80%以上の氣濕内に放置したものゝみに黴は發生し、80%以下の氣濕内にては3ヶ月後も發黴しない。而して氣溫が30°Cの如き高溫の場合は80%と90%との間には大差がないが、10°Cの如き低溫度の場合はやゝ差が大きくなる。

Table 4. Relative humidity, concentration of sulphuric acid and its specific gravity.

Humidity	Conc. of H_2SO_4	S.G.
40 %	48 %	1.380
50	42	1.325
60	38	1.270
70	33	1.245
80	26	1.190
90	16	1.085

Note: Error is 0.5～1.9% at 10°～30°C.

又黴の發生と氣溫との關係をみるに氣溫の高い程黴の發生速かである。併し氣溫の低下による發黴日數の遲延は氣濕によつて異なり、氣濕80%の時は90%の時に比して氣溫の降下によつてその發黴所要日數は大となる。之は溫度が降下すれば乾燥魚肉の吸濕速度が小となるためである。

尙雰圍氣の氣濕は基質の含水量と相互關係があり、發黴とも密接な關係あるため、第5表に於て下欄に發黴當時に於ける試料の吸濕による含水量を記しておいたが、之をみても明らかなる如く基質が雰圍氣の濕氣を吸收して内部に迄滲透し18%以上の含水量となつた時發黴したと考えられるもので、前項の試驗結果に於て試料の含水量が16%以上の時發黴するという實驗結果と一致している。而して氣濕70%の時に於いては試料上には發黴せず1ヶ月後に於ける含水量は約15%であつて、初めの含水量と大差がない。即ち氣濕70%にては余り吸濕を行はないのである。

要するに試料に於ける發黴を支配するものは基質内部の含水量であつて、雰圍氣中の氣濕は基質が

Table 5. Days required for germination of mold by the difference of the temperatures and humidites of environments.

Temp.	10°C				20°C				30°C			
Relative Humidity	70%	80	90	100	70	80	90	100	70	80	90	100
Days for germination	—	26	20	15	—	19	15	12	—	15	10	7
Water content at the time of germination	14.9	18.1	20.3	22.5	15.1	18.3	21.5	23.1	15.2	19.0	22.3	25.6

16%以上の含水量を有するに到らざる程度ならば發黴を來さないのである。

〔2〕 壓搾乾燥魚肉に於ける防黴の研究

前記の如く壓搾乾燥魚肉に於てはその含水量が 16% 以上の時、又雰圍氣の氣濕が大であつて、その含水量を 16% 以上とした時は發黴するものである故、試料は常に水分 16% 以下安全率をみて14～15%以下としなければならない。

然し乍ら高溫多濕の地方に於ける需要を考え、更に一層の防黴法を講じておかねばならない。そのためには試料そのものに防黴力を附するとゝ之を包裝する方法を講ぜねばならない。

前者の試料に防黴力を附與するには、前述の如く水分を 14～15% 以下に保つべきは勿論、之に防腐劑を添加するか又は何等かの特殊操作を加えねばならぬ。

著者等は前記油燒防止の手段として採用した燻煙處理の防黴効力等についても實驗した。即ち本製品がその含水量 15% 以下であつても多濕の雰圍氣にあつては發黴する恐れあることは前項の試驗結果で明らかであるが、之は前述の如く雰圍氣中の濕度が食品内に吸收され、含水量が約 18% 以上となつた時に發黴するのであるが、こゝに簡易に防濕皮膜を形成すれば吸濕速度小となり、發黴は遲延することになる。

清田氏は燻製鮒について實驗し、氣濕 22°C の氣濕 100% の場合には黴の發生は 50 日を要し、氣濕 81% 内外の時は何れの氣溫にても 5 ヶ月を經るも黴の發生はないことを認めている。之によつても燻煙皮膜形成が防黴に或程度の効力を附與することは肯ける。

(イ) 實 驗 方 法

前記の本製品の製造方法により製了したもの（含水量 14.8%）を2×2×0.8cm の大きさに切り之を實の上に載せ堅木鋸屑を用い、普通の如く燻煙 30 分間施したるものと、島山博士の電燻を 30 分間施したものと、燻煙を施さないものを作り、之を夫々シヤーレに入れ *Aspergillus glaucus* 及び *Penicillium glaucum* を接種し、80%、90% の氣濕中にて 30°C に放置し、發黴の狀態をみた。

(ロ) 實 驗 結 果

燻煙を施さざるものは 1～8 日にて發黴せるを觀たが、燻煙を施したものは普通法では氣濕が 80% 以下に於ては 1 ヶ月間發黴せず、電燻法では普通法より更に長期間發黴せず、試驗期間（3 ヶ月放置）中は遂に發黴を觀なかつた。併し 90% の氣濕に於ては普通燻煙を施したものは 1 ヶ月にて發黴し、電燻を施したものは約 2 ヶ月後に發黴している。

即ち燻煙を製了品に施すことは防黴効果は少いが、施さないものに比してその効果は明らかである。而して前述の如く燻煙處理の主眼は試料の脂肪酸化防止にあるを以て黴品には燻煙を施すべきものと考えられる。

尚電燻が普通燻煙法に比して効果が大であるのは、同法によれば燻煙皮膜が完全に附着する爲である。

3　總括並びに結論

製品の表面に黴の發育する條件及びその防黴法を研究し次の結論に達した。

1）壓搾乾燥魚肉の含水量が約 16% 以下の時は發黴せず、18% 以上の時は發黴する。

2）壓搾乾燥魚肉を氣濕 70% 以下の雰圍氣に放置する時は發黴せざるも 70 %以上の時は基質が雰圍氣中の濕氣を吸收してその含水量 18% 以上となれば發黴する。

3）燻煙にる防黴効果は少いが、施さないものより幾分効果はある。且燻煙處理により製品中の脂肪の酸化が防止し得る。

4　文　　献

(1) 高橋及び增田 (1938)：　農化、14, 19.
(2) 大　谷 (1938)：　日水、vol. 7, 111, 217.

（水產科學研究所業績　第69號）

海水の化學的研究（第1報）

ハロゲンの定量に就て（其の1）

鈴木　昇（無機化學海藻化學教室）

CHEMICAL STUDIES ON SEA WATER (PART I.)

ON THE DETERMINATION OF HALOGENS (I)

Noboru SUZUKI

(Faculty of Fisheries, Hokka'do University)

Several methods for determining bromine coexisting in great amount with chlorides are given as follows:

(1) By means of "Halides to Halogen molecules" reaction.

a) 1.0 c.c. of 20% H_3PO_4 and 2.0 c.c. of 1n $KMnO_4$ solutions are added to iodine-free sample solution (iodine is removed preliminarily from the solution in the ordinary way), and the mixed solution is filled up to 50 c.c. (Fig. 1A). Then the solution is aerated during 30 min., and liberated bromine is caught in 2.5% KI solution (Fig. 1B, C). Iodine liberated by bromine is titrated by 0.01n $Na_2S_2O_3$ by the common method. In this process the determinable limit of bromine is 0.8 mg and permissible limit of coexisting Cl^- is 355 mg.

b) 10 c.c. of equally mixed solution of 1 mol KNO_3 and 10% urea solutions is added to 20.00 c.c. of iodine free solution. After acidifying by 6n H_2SO_4, 10.00 c.c. of 0.01n KIO_3 solution is added the solution and the mixed solution is heated, boiling for 15 min. Then 5.0 c.c. of 5% KI solution is added after cooling; the whole amount of remaining KIO_3 is titrated by 0.01n $Na_2S_2O_3$. Liberated bromine is calculated indirectly from liberated iodine. Limit of determination on bromine is 0.8～8.0 mg, and permissible limit of coexising Cl^- is 175 mg in this method.

(2) By means of "Halides to Halogenates" reaction.

a) 1～2 g $NaHCO_3$ crystal and exactly 5.0 c.c. of NaClO solution (more than 20 mg of available chlorine in 1 c.c. is to be employed) are added to the halogen mixture solution (determinable maximum limit of each halogen in the solution is as follows, iodine 8 mg, bromine 10mg). Then the mixture is evaporated on the water bath, hot water is added and the solution is evaporated again. Remaining substance is dissolved with a small amount of water, and 5.0 c.c. of 1% phenol is added to it. 5.0 c.c. of 5% KI solution and 6n H_2SO_4 are added to the solution, and liberated iodine is titrated in the common way. The value thus catained is the summing up of Br^- and I^-.

Bromine is calculated by the deduction of independently determined I^- from above mentioned value. Bromine may be directly determined by above mentioned process from iodine free sample. In this determination Cl^- does not disturb the determination. However every titrated value has to be corrected by the blank titration of used NaClO solution.
b) 10.0~5.0 c.c. of 1 mol $CH_3 \cdot COOH$ and 5.0 c.c. of 1 mol CH_3COONa solutions are added to the halogen mixture solution (0.4~8.0 mg Br^-, 0.6~12 mg I^-), and filled up to 50 c.c., pH is controlled from 4.2 to 4.7. Then 10.00 c.c. of 2n NaCl and 5.0 c.c. of concentrated NaClO solutions are added to the solution. After boilling about 1 min., 10.0 c.c. of 10% $(COOK)_2 \cdot H_2O$ is added to it and boiled again for 3 min., 5.0 c.c. of 5% KI solution and 6n H_2SO_4 are added after cooling. Liberated iodine is titrated by 0.01n $Na_2S_2O_3$. The value thus obtained is the total of Br^- and I^-. Bromine is directly or indirectly determined by the same method as described above. Correction to titrated value has to be made concerning NaClO and NaCl solution. The author succeeded in determining the very small amount of bromine of NaCl and KCl etc. without any disturbance of Cl^-. (Table 12).

1 緒 言

海水或は海藻中には大量の塩化物と共に極めて少量の臭化物と沃化物が含量せられて居るため、是等を夫々分別的に定量する事は可成り困難を伴うものである。是等3つのハロゲンの中沃素のみは他のハロゲン化物が多量に共存してゐても定量が容易であるので、從來より極めて多數の正確で便利な方法が報告せられてゐるが、臭化物を塩化物から分離定量することは、塩化物の極めて多量に共存する場合には可成の困難が伴うものである。

從來の研究は主として、是等3種のハロゲンの酸化還元電壓の差を利用して、種々の程度の水素イオン濃度に於て種々の酸化劑を作用せしめ、各々のハロゲンを遊離せしめたる後、之を適當な方法によつて定量しようとするものである。[1-10] 又吸着指示藥を用いて沃素を定量する方法[1,2]も臭化物によつて妨害せられ、且つ鹽化物の多量が共存する場合には此の方法では沃素の微量は定量し難い。

是等3種のハロゲンの酸化電壓は Treadwell[1] によれば、夫々 $\frac{1}{2}Cl_2 gas + e \rightleftarrows Cl^-$; 1.36volt, $\frac{1}{2}Br_2 liq. + e \rightleftarrows Br^-$; 1.10volt, $\frac{1}{2}I_2 + e \rightleftarrows I^-$; 0.58volt であつて、此の差を利用して3者を夫々分離定量せんとする場合、沃化物のみを沃素に酸化する事が比較的容易であらう事は、上の値から直ちに考えられる事であるが、臭化物と塩化物とは上記の如く酸化電壓が極めて接近してゐる事でも明かな様に完全な分離は却々容易でない。從つて沃化物中の沃素は容易に定量られせるので、之を別に定量するか、或は驅逐した後に臭化物及び塩化物を分離定量するのが普通である。つまり、臭化物中の臭素が多量の塩化物との共存の下に於て定量せられいば、是等3種のハロゲン化物中のハロゲンを分離定量出來るわけである。此の觀點に於て本報に於ては、多量の塩化物の共存下に於ける微量の臭化物中の臭素の定量方法に就て報告する次第である。

本研究に於ては、從來行はれてゐる多數の方法を追試吟味し、先づ Treadwell[1], Kolthoff[12] 等の著書に記載せられてゐる酸化還元電壓の表により、使用可能と思はれる酸化劑を選び、之に對して種々の水素イオン濃度に於て酸化を行はしめ、臭化物と塩化物の分離を試みた。此の方法に於て2, 3の稍々滿足すべき結果を得るに至つたが、海水或は海藻等の如く、臭化物に對して塩化物の量が極め

て大なる場合に於ては充分とはいゝ難い。一次で塩化物を酸化する事なく、沃化物及び臭化物を夫々沃素酸イオン及び臭素酸イオンに迄酸化して分別定量する方法に就て實驗して良好な結果が得られた。前に記したハロゲン化物のハロゲン分子への酸化による方法に就ては、余り紙數もとるので、1, 2の方法に就て方法、精度等のみを報告し、ハロゲン酸へ迄の酸化を利用する方法に就ては詳しく報告する次第である。

本研究は文部省科學研究費に負う所が多い事を記して深謝する。尚實驗は主として田村正平君にやつて頂いた玆に併せ記して感謝する次第である。

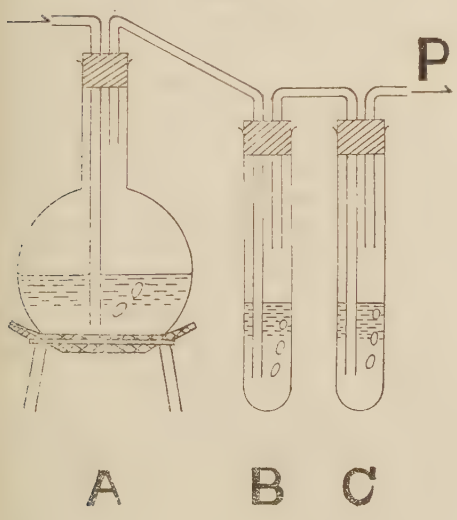
2 實 驗 の 部

1. ハロゲン化物→ハロゲン分子の反應によるハロゲンの分離定量

前記の Treadwell[1] 及び Kolthoff[12] の著書によれば、水素イオン濃度 1mol 溶液に於て塩素よりも弱く臭素よりも強い酸化劑は MnO_2, $Cr_2O_7^{--}$, Au^{+++}, Tl^{+++}, VO_4^{---}, IO_3^-, H_2SeO_4 等であるが、一般に、水素イオン濃度の影響も多く、且つ酸化劑の濃度や量による影響も大であるから、夫等を變える事によつては之以外の酸化劑も用いる事が出來ると考えられる。即ち弱酸性に於て $(NH_4)_2S_2O_8$, Ni_2O_3, IO_4^-, MnO_4^-, Au^-, BrO_3^-, Ce^{++++}, ClO_3^-, PbO_2 等も條件を選擇すれば利用する事が出來ると考えられる。是等の中 Au^{+++}, Tl^{+++}, VO_4^{---}, H_2SeO_4, $(NH_4)_2S_2O_8$, Au^-, Ce^{++++} 等は入手困難の點もあり、古く Gooch 及び Blumenthal[13] (H_2SeO_4), Gooch 及び Cole[14] (H_2TeO_4), Engel[15] ($(NH_4)_2S_2O_8$) 等の報告が知られてゐる程度である。著者は $KMnO_4$, Ni_2O_3, PbO_2, $KClO_3$, $KBrO_3$, KIO_3, $K_2Cr_2O_7$, CrO_3 等を用いて各種の條件に就て研究した。以上の酸化劑の中 KIO_3 を用いたものは Cl の 175mg 共存下に於ても 0.8～8mg の Br を定量する事が出來た。其他、$KMnO_4$—$KHSO_4$ 系、$KMnO_4$—H_3PO_4 系、CrO_3—H_2SO_4 系、CrO_3—H_3PO_4 系等が稍々滿足な結果を得た。是等の中の代表的な2つの方法と定量可能範圍を示すと次の通りである。

Ⅰ) 第1圖の如き裝置を用い、豫め沃化物を驅逐した試料を 100c.c.容丸底フラスコAにとり、之に 90% H_3PO_4 1.0c.c. と 1n $KMnO_4$ 2.0c.c. とを加え水を加えて全液量を 50c.c. となし、常溫で 30 分間充分に通氣し遊離した Br_2 を 5% KI 容液 5～10c.c. を水で稀釋して 10～15c.c. となせる溶液を容れた吸收管中 B, C に吸收せしめ、以下常法の如く B, C 中の液を合して 0.01n $Na_2S_2O_3$ を用いて滴定する。此の方法に於ては Cl^- 355mg 迄の存在下に於ても臭化物中の臭素 0.8mg 程度迄は再蒸溜する事なしに定量する事が出來た。

Fig. 1



Ⅱ) 沃素を驅逐した試料 20.00c.c. を 200～300c.c. の三角フラスコにとり、1mol KNO_3 と 10% 尿素の等容混合溶液 10c.c. を添加し、6n H_2SO_4 で酸性となしたる後 0.01n KIO_3 10.00c.c. を加え、金網上で徐々に約3分後に沸騰する如く加熱し、引續き 15 分間を煮沸繼續して、遊離せる臭素を完全に驅逐す

る。冷却後5% KI 溶液5.0c.c. を加えて殘存せる KIO_3 によつて遊離せしめられた I_2 を $Na_2S_2O_3$ 溶液で滴定して次式に從つて計算する。

(1) $2KIO_3+10KBr+6H_2SO_4=I_2+5Br_2+6K_2SO_4+6H_2O$

(2) $KIO_3+5KI+3H_2SO_4=3I_2+3K_2SO_4+3H_2O$

尙、茲に KNO_3 を添加したのは Cl^- により IO_3^- の還元せられるのを防止するためであつて、更に NO_3^- の還元によつて生成されると考えられる NO_2^- を分解するために尿素を添加したものである。尿素の代りには $(NH_4)_2SO_4$ (此の場合 1mol 溶液 5.00c.c. を用う) を使用する事も出來るが、尿素の方が良好である。

此の定量法に於ては、加熱は徐々に行い、液量は常に 50～60c.c. に保つ樣時々熱蒸溜水を添加する必要がある。第1圖 A の如き裝置を用いて通氣し乍ら定量を行へば、臭素の驅逐は完全に行はれる。此の方法に於ては Cl の 175mg の共存下に於て Br として 0.8～8.0mg を定量する事が出來る。

2. ハロゲン化物→ハロゲン酸の反應によるハロゲンの分離定量

弱酸性若しくは、弱アルカリ性下に於て Br^- は Cl_2 によつて BrO_3^- に迄酸化せられ、I^- は IO_3^- に迄酸化せられる。此の時過剩の Cl_2 は遊離の Cl_2 か、HClO か或は ClO^- の狀態に於て存在してゐると考えられるが、何等かの手段に依て、是等の過剩を除去する事が出來れば、BrO_3^-, IO_3^- は沃素法に依て容易に定量し得る譯である。しかも 1mol の Br_2, I_2 から 6mol の I_2 を遊離する事となり、定量の精度も大いに高まるわけである。今 Br^- を例にとれば、反應式は

(1) $2Br^-+Cl_2=Br_2+2Cl^-$

(2) $Br_2+6Cl_2+6H_2O\rightleftarrows 2HBrO_3+12HCl$

上の(2)式に於て、水素イオン濃度を增大すれば反應は左へ進行し、$HBrO_3$, HIO_3 の生成は不完全になると考えられる。即ち $HBrO_3$ は甚だ不安定で 20% 以上の濃度に於ては存在し得ず、特に Cl^-, H^+ の共存する場合は著しい。[16] 然し乍らその塩、例えば $KBrO_3$ は水素イオン濃度に注意を拂えば Cl^- 混在下に於ても比較的安定である。HIO_3 及びその塩に就ても稍々同樣の事が謂われるが、HIO_3 は $HBrO_3$ よりは安定で水素イオン濃度小ならば Cl^- によつても余り影響はない。

此の BrO_3^-, IO_3^- 及び之と混在して來ると考えられる Cl_2, HClO, ClO^- 等の特性の差を利用して Br^-, I^- を大量の Cl^- 共存下に於て定量しようとする試みは Winkler[17], Kendall[19] 等によつて行はれたが、何れも酸性に於ては IO_3^- のみ安定であるのに着眼し、I^- の定量法として用いられてゐる。此の方法に於ては定量の結果が幾分高い値を示すので其後、塩素水に代えて臭素－臭化カリウム溶液を用い、過剩の Br_2 は蒸溜し去り IO_3^- を定量する Sandusk の改良法[19] 及び直接 Br_2 を加え、其の過剩を蟻酸で分解する Leipert の微量分析法[20] 等が出現し、I^- の定量法としては極めて滿足すべき結果が得られてゐる。其後 Br^- も併せて定量すべく Meulen[21], Szabo[22], Burker[23], Kolthoff 及び Yutz[24] 等の研究がある樣であるが、唯僅かに Kolthoff 等の原報に接したのみで、他は Kolthoff 等によつて引用せられてゐるのを見た丈であるから詳細は不明である。

前述の如く $Br^-\rightarrow BrO_3^-$, $I^-\rightarrow IO_3^-$ なる反應は水素イオン濃度が大であれば反應の進行は不完全である。Kolthoff 及び Yutz は $NaH_2PO_4\cdot 2H_2O$ で水素イオン濃度を弱酸性に調節しつゝ NaClO を用いて反應を進行せしめ、過剩の NaClO は蟻酸ソーダで分解してゐる。然し Kolthoff 等は $Br^-\rightarrow BrO_3^-$ なる反應について研究し $I^-\rightarrow IO_3^-$ なる反應に就ては報告していない。

著者は $Br^-\rightarrow BrO_3^-$, $I^-\rightarrow IO_3^-$ の兩反應を弱アルカリ性及び弱酸性下に於て進行せしめ、大量の塩化物の共存の下に於ても、臭化物及び沃化物の微量を定量する事に略々其の目的を達する事が出來た。

3. 實驗方法と結果及び考察（其の I）

塩素水又は NaClO 水溶液は弱アルカリ性で強力な酸化力を有するので $Br^- \rightarrow BrO_3^-$, $I \rightarrow IO_3^-$ の反應を進行せしめるに、塩素水は塩素の溶解度少く不便であるので NaClO 水溶液を用うる事とした。

I. 試 藥 の 調 製:-

(1) NaClO 水溶液

工業用食塩と MnO_2 に硫酸を作用せしめて發生せる Cl_2 gas を飽和食塩水中を通過せしめた後、冷却しつゝ 2n NaOH 溶液に吸收せしめて製する。1c.c. 中の有効塩素量は 20mg 以上にする事が必要である（1c.c. 中 35mg 位に調製する事は容易である）。有効塩素は醋酸々性に於て沃素法により測定する。又アルカリ性は大約 0.2～0.5mol 程度に保つ必要がある。アルカリ度が減ずれば貯藏困難である。褐色瓶に貯う。

(2) 1% 石炭酸水溶液

(3) 0.2% Bordeaux 水溶液又は Methyl red 水溶液（Methyl red の 0.1n NaOH 飽和溶液を 10 倍に稀釋したもの）ClO^-, Cl_2, Br_2 定性用として用う。[22]

(4) KBr 規定溶液

分析用保證付 $KBrO_3$ を加熱分解して製した KBr を再蒸溜水に溶解せしめる。

(5) KI 規定溶液

分析用保證付 KI を再結晶して再蒸溜水に溶解する。

(6) NaCl 規定溶液

分析用保證付 NaCl を再結晶して再蒸溜水に溶解する。

Table 1

0.01n KBr c.c.	1n NaClO c.c.	Observed vaule c.c.	Theoretical value c.c.
20.00	10.00	101.35	101.52
10.00	5.00	50.60	50.76
5.00	5.00	25.33	25.38
1.00	5.00	5.18	5.08
0	5.00	0.00	0

Table 2

0.01n KI c.c.	1n NaClO c.c.	Observed value c.c.	Theoretical value c.c.
20.00	10.00	101.15	100.90
10.00	5.00	50.44	50.45
5.00	5.00	25.23	25.23
1.00	5.00	5.05	5.05
0	5.00	0.00	0

Table 3

2n NaCl c.c.	Observed value c.c.
10.00	0.35
20.00	0.70
50.00	1.75

Ⅱ. 實驗方法及び結果:-

約 0.01n KBr を第 1 表に示す如く、蒸發皿にとり、之に NaClO 溶液（1c.c. 中有効塩素量 35.5mg）5.0c.c. 乃至 10.0c.c. を加え、そのまゝ重湯煎上に於て蒸發乾涸して、之に少量の水を加えては蒸發乾涸する事を反覆し、殘渣に 1% 石炭酸 5.0c.c. を加えて充分混合して Bordeaux による着色存續を認めた後、5% KI 溶液 5.0c.c. と 6n H_2SO_4 10.0c.c. とを加え、0.01n $Na_2S_2O_3$ で常法に從つて滴定した。その結果は第 1 表に示す通りである。

次に 0.01n KI 溶液を試料として同樣實驗した結果は第 2 表に示す通りである。

第 1 表及び第 2 表で見る如く、此の條件に於て、$Br^- \rightarrow BrO_3^-$ 及び $I^- \rightarrow IO_3^-$ の反應は完全に行はれることを知つた。此の場合 $I^- \rightarrow IO_3^-$ の反應の場合には $I^- \rightarrow IO_4^-$ なる反應も行はれるのではないかと考えられるのであるが、

弱アルカリ性では、Cl^- に依て $IO_4^- \rightarrow IO_3^-$ なる反應が進行するものと考えられる。

尙大量の Cl^- の存在の影響を檢するため KBr 及び KI を添加せず、2n NaCl を種々量とつて之に對して前同樣實驗した結果は第3表の通りである。

第3表に見る如く NaCl を添加すると加えた Cl^- の量に比べては僅少であるが、加えた NaCl の量に比例して $Na_2S_2O_3$ を消費する事を知つた。此の事は後に判つた事であるが、用いた NaCl は國產の保證付試藥であるが、此の中に微量の Br^- (2n NaCl 50c.c. 中約 0.2mg 即ち Cl の約 1/17,000.) を含有してをり、又 NaClO 調製のために用いた工業用食塩中の Br が全部 Cl と共に NaOH に吸收せられたとすれば工業用食塩中には Br は約 0.0175% 含まれてゐることが判つた。從つて是等の値は凡て實驗に當つては初めに白試驗を行つて其の値を差引いて滴定値として表す事とした。尙食塩中の Br^- の含有量測定に就ては後に別に記す。

Cl^- の大量の共存の下に於て Br^-, I^- を定量出來るか否かを確めるために 2n NaCl 水溶液 10.0c.c. に對して、夫々第4表の如く KBr 及び KI 水溶液を添加して上と同樣の實驗を行つた。尙、緩衝液として $NaHCO_3$ を加える事の要否を確めた。その結果は第4表に示す通りである。本實驗に用いた NaClO 溶液の有效塩素は 1c.c. 中 39mg、アルカリ度 0.4n であつた。

Table 4

0.05n KBr c.c.	0.01n KI c.c.	$NaHCO_3$ g	Observed value c.c.	Theoretical value c.c.
10.00	0	1.00	29.15	29.16
10.00	0	0	29.20	29.16
5.00	0	1.00	14.55	14.60
5.00	0	0	14.60	14.60
2.00	0	1.00	5.90	5.83
2.00	0	0	5.90	5.83
1.00	0	1.00	2.90	2.92
1.00	0	0	3.00	2.92
0	5.00	1.00	28.90	28.82
0	5.00	0	28.85	28.82
5.00	5.00	1.00	43.40	43.40
5.00	5.00	0	43.35	43.40
2.00	5.00	1.00	34.75	34.65
2.00	5.00	0	34.75	34.65

第4表で明かな樣に大量の Cl^- が存在しても、微量の Br^- 及び I^- を定量し得る事が明となつた。又此の程度のアルカリ度では、$NaHCO_3$ 添加の要がない。

第4表でも明かな樣に此の操作では Br^- と I^- が共存するときは兩者の合量が定量せられる。I^- のみを定量するためには前にも述べた樣に數多くの良法が發表せられてゐるので、斯る方法によつて Br^- と I^- との合量が得られれば別に定量した I^- の量から Br^- の量を知る事が出來る。又 I^- のみを驅逐せる後に Br^- を定量することも出來るわけである。1例を擧げれば第5表に示す通りである。

第5表に示した※印のものは、豫め I^- を 2n H_2SO_4 10.0c.c. と 3% H_2O_2 5.0c.c. を加えて數分間放置後煮沸して遊離せる I_2 を除いた後 2n NaOH で中性乃至微アルカリ性として再び煮沸して H_2O_2 を分解除去した後前と同樣に實驗したものである。即ち※印のものは Br^- のみを、※印なきものは $Br^- + I^-$ を示してゐる。從つて兩者の差は I^- に相當するわけである。本實驗に於ても凡て 2n NaCl 10.0c.c. の共存下に於ける定量である。

以上の實驗の結果、次に示す樣な Br^- 及び I^- の定量法を得た。

〔定　量　法〕

各種ハロゲン化物 (Br として 8mg、I として 10mg 以下) を含有する試料溶液を蒸發皿に 10～25c.c.

Table 5

0.005n KBr	0.01n KI	Observed value	Theoretical value
c.c.	c.c.	c.c.	c.c.
10.00	5.00	58.00	57.98
※ 10.00	5.00	29.20	29.16
5.00	5.00	43.42	43.40
※ 5.00	5.00	14.60	14.60
1.00	5.00	31.85	31.74
※ 1.00	5.00	2.95	2.94

とり、$NaHCO_3$ 1～2g を添加した後（大低の場合必要がないが安全のため）NaClO 溶液（前に試藥として記した方法による。1c.c. 中の有効塩素は 20mg 以上）を正確に 5.0c.c. を加え（前に記した如く NaCl より由來する微量の臭素による滴定値の補正を要する故正確にとらなければならない）重湯煎上で注意して蒸發乾涸し、少量の熱湯を加えて再び蒸發乾涸する。殘渣を水に溶解して三角フラスコに又はコニカルビーカーに移し、1% 石炭酸 5.0c.c. を加えてよく混合し、Bordeaux 又は Methyl red 溶液 1 滴の着色の存續を確認してから 5% KI 溶液 5.0c.c. 及び 6n H_2SO_4 10～20c.c. を加えて、遊離せられた I_2 を 0.01n $Na_2S_2O_3$ 溶液で常法の如く滴定して、Br^- と I^- との合量を求める。別に I^- のみを定量するか、或は H_2O_2 と硫酸等によつて I^- を驅逐してから後上記の方法で臭素を定量し、その差から兩者の値を算出する。

本定量法に於ては Br^-, I^- に對して夫々 2,200 倍、1,400 倍の Cl^- が存在しても妨害されずに定量される。

4. 實驗方法と結果及び考察（Ⅱ）

$Br^-\rightarrow BrO_3^-$, $I^-\rightarrow IO_3^-$ なる反應を NaClO を用いて行はしめる場合に、溶液を微酸性乃至微アルカリ性とする必要があらうという豫想は先に報告した通りであるが、醋酸の如き弱酸とその塩とで適當な微酸性とすれば $BrO_3^-\rightarrow Br^-$, $IO_3^-\rightarrow I^-$ の如き逆反應を防止し得ると考えられる。即ち醋酸々性に於ては NaClO は略々 HClO の形態になつてゐると思はれるが、Br^- 又は I^- を酸化する反應は次の如く考えられる。

$$Br^- + 3HClO \rightarrow BrO_3^- + 3Cl^- + 3H^+$$

$$I^- + 3HClO \rightarrow IO_3^- + 3Cl^- + 3H^+$$

玆に生じた H^+ は共存する醋酸ソーダーの爲に弱電解質の醋酸となり、酸化反應が進行すると考えられる。從つて生成した BrO_3^- 及び IO_3^- は分解する事なく過剩の HClO を分解する還元劑を選定すれば、沃素滴定法により Br^- を BrO_3^-, I^- を IO_3^- の狀態で定量し得ると考えられる。還元劑としては、後に記す如く、此の程度の酸性條件に於ては、蟻酸ナトリウム、修酸カリウム、修酸アンモニウム等が適當である事を知つた。即ち 1n NaClO 溶液（1c.c. 中有効塩素は 35.5mg、5.0c.c. は pH 4.1～4.7 に於ては $(COOK)_2\cdot 2H_2O$, $HCOONa\cdot H_2O$ 及び $(COONH_4)_2\cdot 2H_2O$ の各 0.5g 以上を用うる事によつて定量的に分解せられる事を知つた。其の分解反應は次の化學方程式で示されるものと考える。

$$NaClO + (COOK)_2\cdot H_2O + 2H^+ = 2CO_2 + 2K^+ + Na^+ + Cl^- + 2H_2O$$

$$NaClO + HCOONa\cdot H_2O + H^+ = CO_2 + 2Na^+ + Cl^- + 2H_2O$$

(1) 實驗と結果

夫々 0.01n の $KBrO_3$ 及び KIO_3 10.00c.c. 及び是等の混合液に 2n NaCl の種々量を加え、之に 1mol CH_3COOH 及び 1mol CH_3COONa 各 5.0c.c. 宛を加え、全液量を約 50c.c. になる樣にし pH 4.6～4.7 として 1 分間煮沸せる後 10% $(COOK)_2\cdot 2H_2O$ 5.0c.c. を加えて 5 分間煮沸し、冷却後 5%

Table 6

0.01n KBr c.c.	0.01n KIO_3 c.c.	2n NaCl c.c.	Observed value c.c.	Theoretical value c.c.
10.00	0	0	11.83	11.90
10.00	0	5.00	11.90	11.90
10.00	0	10.00	11.90	11.90
10.00	0	20.00	11.90	11.90
0	10.00	0	12.95	12.94
0	10.00	5.00	12.95	12.94
0	10.00	10.00	12.95	12.94
0	10.00	20.00	12.95	12.94
10.00	10.00	0	24.40	24.84
10.00	10.00	20.00	24.85	24.84

Table 7

0.01n $KBrO_3$ c.c.	0.01n KIO_3 c.c.	2n NaCl c.c.	Observed value c.c.	Theoretical value c.c.
10.00	0	0	11.86	11.90
10.00	0	10.00	11 90	11.90
20.00	0	0	21.70	23.80
20.00	0	10.00	23 80	23.80
30.00	0	0	35.50	35.70
30.00	0	10.00	35.70	35.70
0	20.00	0	25.85	25.88
0	20.00	10.00	25.95	25.88
0	30.00	0	38.55	38.82
0	30.00	10.00	38.80	38.82

Table 8

0.01n $KBrO_3$ c.c.	0.01n KIO_3 c.c.	Observed value c.c.	Theoretical value c.c.
10.00	0	11.90	11.90
20.00	0	23.85	23.80
0	10.00	12.95	12.94
0	20.00	25.90	25.88

KI 溶液 5.0c.c. 及び 6n H_2SO_4 10.0c.c. を加え、沃素滴定法によつて 0.01n $Na_2S_2O_3$ で滴定した結果は第6表に示す通りである。

第6表によつて見るに、0.01n の $KBrO_3$ 又は KIO_3 が夫々 10c.c. 存在する程度の濃度に於ては $(COOK)_2$ によつて大した影響も受けないが、NaCl が共存した方が、$KBrO_3$, KIO_3 の還元を完全に防止出來る如く思はれるので、$KBrO_3$, KIO_3 の濃度を更に大にして實驗して見た。

その結果は第7表に示す通りで、$KBrO_3$, KIO_3 は其の濃度が大となれば $(COOK)_2$ によつて一部還元せられるものの如くであるが此の場合 NaCl が相當量共存してゐれば還元は防止し得る事が判つた。

次に NaCl の影響を見るために、0.01n の $KBrO_3$ 又は KIO_3 の 10.00c.c. 又は 20.00c.c. と 2n NaCl 10.0c.c. とを共存せしめ、之に前同様 1mol CH_3COONa 及び 1mol CH_3COOH 溶液各 5.0c.c. 宛をえ 0.6n NaCl 溶液 5.00c.c. と共に 1 分間煮沸後 10% $(COOK)_2 \cdot H_2O$ 10.0c.c. を加えて 5 分間煮沸し、冷却後、前と同様沃素滴定を行つた。その結果は第8表に示す通りである。但し NaClO 中の BrO_3^- 又は IO_3^- 及び NaCl 中の Br^- 又は I^- は白試驗によつて差引いた。

即ち、NaClO のみが完全に分解せられ、$KBrO_3$, KIO_3 は全く還元せられないこと

を明かにする事が出來た。

以上の予備實驗の結果醋酸—醋酸ソーダ緩衝液で pH 4.3～4.7 に保つた溶液中に於て、添加した NaClO, NaCl に對する補正を行へば、相當量の NaCl の共存下に於ても Br^- 及び I^- は夫々 BrO_3^-, IO_3^- として定量し得ると考えられるに至つたので次の實驗を行つた。

前の實驗（其の I）に於ては Br^- 0.8mg, I^- の 12mg を夫々 BrO_3^-, IO_3^- に迄酸化するのに要する NaClO 中の有効塩素は約 100mg 以上であつたが、CH_3COOH—CH_3COONa 緩衝液の場合にも、實驗の結果略々同量を要する事を知つた。

KBr 及び KI は夫々分析用國產保證付 $KBrO_3$ 及び KIO_3 を再結晶して精製したものを、坩堝中で強熱分解して作製し、夫々 0.005n KBr 及び 0.005n KI 溶液として實驗に供した。此の KBr 及び KI の供試液を種々量とり、1mol CH_3COOH 5.00c.c., 1mol CH_3COONa 5.0c.c. 及び 2n NaCl 10.00c.c. を三角フラスコ中に混合し、蒸溜水で全液量を約 50c.c. となし pH 4.3～4.4 となし、之に NaClO 溶液 5.00c.c. を加え 1 分間煮沸し、次で 10% $(COOK)_2 \cdot H_2O$ 溶液 10.0c.c. を加えて 3～5 分間煮沸して冷却後再び pH を東洋濾紙の試驗紙で測定して KI, H_2SO_4 を加えて前同樣 0.01n $Na_2S_2O_3$ で滴定した結果は、第 9 表に示す通りである。

第 9 表で見る如く、此の場合は用いた NaClO のアルカリ度が可成り高い爲滴定値が幾分高い樣である。斯る場合には、緩衝液を變

Table 9

0.005n KBr c.c.	0.05n KI c.c.	pH Before oxidation	pH After oxidation	Observed value c.c.	Theoretical value c.c.
10.00	0	4.6	6.8	31.00	30.03
5.00	0	4.6	6.8	15.05	15.02
2.00	0	4.7	6.8	6.15	6.00
1.00	0	4.6	7.0	3.05	3.00
0	10.00	4.6	6.8	29.15	29.14
0	5.00	4.6	6.8	14.70	14.57
0	2.00	4.6	6.8	5.85	5.83
0	1.00	4.7	6.8	2.95	2.91
10.00	2.00	4.7	6.8	36.10	35.86
2.00	10.00	4.7	6.8	35.23	35.14

Table 10

0.005n KBr c.c.	0.005n KI c.c.	pH Before oxidation	pH After oxidation	Observed value c.c.	Theoretical value c.c.
20.00	0	4.3	4.8	59.90	60.06
10.00	0	4.3	4.8	30.00	30.03
8.00	0	4.4	5.0	24.05	24.02
6.00	0	4.3	5.0	18.05	18.02
5.00	0	4.3	4.8	15.00	15.02
4.00	0	4.4	5.0	12.05	12.01
3.00	0	4.4	4.8	9.00	9.01
2.00	0	4.4	4.8	6.00	6.00
1.00	0	4.3	4.8	3.00	3.00
0	20.00	4.4	4.8	58.00	58.28
0	10.00	4.4	5.0	29.10	29.14
0	8.00	4.4	4.8	23.30	23.31
0	6.00	4.3	5.0	17.45	17.48
0	5.00	4.3	5.0	14.60	14.57
0	4.00	4.3	5.0	11.70	11.66
0	3.00	4.3	4.8	8.75	8.74
0	2.00	4.4	4.8	5.80	5.83
0	1.00	4.4	5.0	2.90	2.91
10.00	2.00	4.4	5.0	35.90	35.86
2.00	10.00	4.4	5.0	35.15	35.14

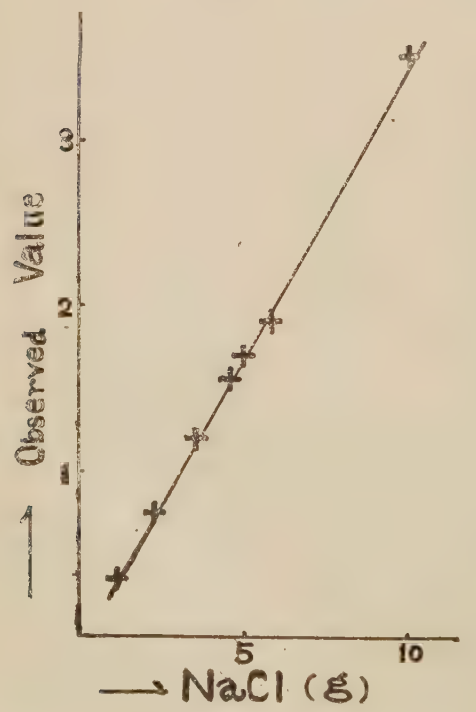
えて 1mol CH_3COOH を 10.0c.c. 用い（1mol CH_3COONa は前と同様 5.0c.c. とする）pH を調節すれば第10表の如く満足すべき値が得られる。一般にアルカリ性の低い NaClO は不安定で短時日中にその濃度を減少する惧れがあるが、CH_3COOH の量を稍々多くして pH に注意をすれば心配はない事が判る。

第10表に見る如く此の方法に於ては比較的大量の Cl^- (710mg) の共存下に於て CH_3COOH—CH_3COONa 緩衝液を用いて NaClO 溶液で微量の Br^- (0,4～8.0mg), I^- (0.6～1.2mg) を夫々 BrO_3^- 又は IO_3^- に迄酸化して、之を定量し得る事を知つた。

Table 11

NaCl	pH		Observed value
	Before oxidation	After oxidation	c.c.
2n solution 10.00c.c.	4.3	5.2	0.35
〃 20.00c.c.	4.2	5.2	0.75
〃 30.00c.c.	4.2	5.2	1.20
〃 40.00c.c.	4.2	5.0	1.55
〃 50.00c.c.	4.2	5.0	1.90
crystal 5.00g	4.2	5.2	1.70
〃 10.00g	4.2	5.2	3.50

Fig. 2.



食塩、塩化カリウム等の塩化物或は NaClO 中には Br^- 又は I^- が含まれてゐると考えられるので、今迄の實驗に於ては之を補正して來たのであるが、之を確めるため、先づ國產保證付食塩を第11表の如くとり、CH_3COOH—CH_3COONa 緩衝液で pH 4.2～4.6 として 0.75n NaClO 5.00c.c. で酸化して過剰は 10% $(COOK)_2 \cdot H_2O$ 10.0c.c. で分解した。使用した NaClO は工業用塩酸の MnO_2 酸化に上つて得られた塩素から作製した。此の 5.00c.c. のみによる白試驗は 0.01n $Na_2S_2O_3$ 0.55c.c. であつて凡て滴定値よりは此の値を差引いて實驗値とした。その結果は第11表及び第2圖に示す通りである。

第2圖でも明かな様に、此の値は一直線をなし、用いた NaCl 量に比例してゐる。此のものは NaCl 中の Br^- 又は I^- によると考えられるので此の NaCl 10.00g をとり、豫め H_2O_2—H_2SO_4 によつて I^- 驅逐してから上と同様處置した所第11表値と全く一致した。從つて I^- は殆ど含まれてをらず、Br^- のみ含んでゐると考えられる。即ち此の NaCl 10.00g 中に Br^- の量は約 0.05mg となり、約 0.0005% の Br^- を含有する。同様の方法に從つて、國產最純 KCl 及び工業用食塩中の I^- 及び Br^- を定量した結果は I^- は定量されず Br^- のみであつた。その結果は、第12表の通りである。

第12表を見るに最純の KCl と雖も相當量の Br^- を含有してゐることが判る。工業用食塩中の Cl : Br の重量比は約330 : 1

Table 12

Substance	Br %
Guaranteed NaCl for analysis	0.0005
Extra pure KCl for analysis	0.283
Crude NaCl for industry	0.189

であつて、既に知られてゐる海水中の Cl:Br 293：1 に接近してゐる。

前述の實驗に述べた如く、塩化物の大量共存下に於て微量の臭化物、沃化物を蒸發乾涸の方法によらずに定量する次の法法を見出す事が出來た。

【定 量 法】

臭化物（Br^- として 0.4～8.0mg）、沃化物（I^- として 0.6～12mg）を含有する試料液を三角フラスコに採り 1mol CH_3COOH 10.0～5.0c.c., 1mol CH_3COONa 5.0c.c. と水を加えて pH 4.2～4.7, 全液量を概ね 50c.c. とし、更に 2n NaCl 10.0c.c. と 0.6n 以上の濃度の NaClO 5.00c.c. とを添加して 1 分間煮沸した後 10% $(COOK)_2 \cdot H_2O$ 10.0c.c. を加えて再び 3～5 分間煮沸し、Methyl red 又は Bordeaux 溶液による着色の消失せざるに至らしめたる後冷却し、5% KI 5.0c.c. と 6n H_2SO_4 10.0c.c. を加えて遊離した I_2 を 0.01n $Na_2S_2O_3$ で常法の如く滴定する。尚、使用した NaClO 及び NaCl に就ては對照試驗を併行し、その値を滴定値から差引いて實驗値とする。勿論適當な方法で沃化物を除去した試料を用いる事によつて直接に Br^- を定量する事も出來る。

3 總 括

海水或は海藻の如く大量の塩化物と共に極めて少量の臭化物と沃化物が存在する場合に之等の三ハロゲン化物中のハロゲンを分離定量せんとして、2, 3 の滿足すべき方法を得た。その各々の方法は本文中に記してあるので省略する。

4 文 献

(1) Treadwell & Hall： Analytical chemistry, vol. Ⅰ, Ⅱ.
(2) Pregel： Quantitative Mikroanalyse, 4 Auflage 114-133 (1935)
(3) Besh： Chem. Ztg. 39 405 (1915), Baubigny; Compt. rend. 127 1219 (1898), (1) p. 137 より引用
(4) Baubigny & Chavanne： C. r. Acad. Sci. Paris 1197 (1903) 同上引用
(5) Dieterle： Arch. Pharmaz. 261 73 (1925) 同上引用
(6) Nomura & Murai： Bull. Soc. Chim. France s. 4, 35 217 (1924) 同上引用
(7) Rupp, Wegener & Maiss： Arch. Pharmaz. 262 3 (1924) 同上引用
(8) Zacherl & Kranick： Mikrochem. 11 61 (1932) 同上引用
(9) 野村、村井： 日化 44 1027 (1924)
(10) 落合、津田、坂本： 日化總 12, 216, 藥學 57 1032 (1937)
(11) 太泰： 化學實驗學 第1部 第10卷 分析化學Ⅱ p. 412
(12) Kolthoff & Sandell： Textbook of quantitative inorganic analysis 534 (1936)
(13) Gooch & Blumenthal： J. Amer. Chem. Soc. 35 54 (1913)
(14) Gooch & Cole： J. Amer. Chem. Soc. 37 257 (1915)
(15) Engel： Compt. rend. 1263 (1894) 加藤見郎著、標準定量分析法より引用

(16) Benedict & Snell : J. Amer. Chem. Soc. 25 809 (1903)
(17) Winkler : Parm. Zentr. 64 511 (1923) Chem. Abst. 18 730 (1924) より引用
(18) Kendall : J. Amer. Chem. Soc. 34 894 (1912)
(19) Sandusk : J. Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 5 386 (1933)
(20) Leipert : (2) p. 139 より引用
(21) Meulin : Chem. Weekblad. 558 (1934) (9) より引用
(22) Szabo : Z. Anal. Chem. 84 24 (1931) (9) より引用
(23) Burkser : J. Applied Chem. (U. S. S. R.) 10 2153 (1937) Chem. Abst. 32 3293 (1938) より引用
(24) Kolthoff & Yutz : J. Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 9 75 (1937)

（水產科學研究所業績　第70號）

漁網染料の効力（第2報）

川崎毅一（漁業學教室）
上野元一（遠洋漁業學教室）

ON THE EFFICACY OF NET PRESERVATIVES

Giichi KAWASAKI and Motokazu UENO

(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

It is the purpose to make clear the preserving efficacy of tannin materials contained in "Donguri" "*Quercus acutissima*", which is a kind of Chestnut tree, for fishing nets.

Researches on the efficacy of net preservatives have been made by many investigators, but not enough, because they are not essential investigations.

Formerly TERADA gave out the theoretical study of the rot curve of net.

$$T=T_0\left\{\left(1-\frac{m}{1-\frac{\beta}{\alpha}}\right)e^{-\alpha t}+\frac{m}{1-\frac{\beta}{\alpha}}e^{-\beta t}\right\}$$

TAUCHI investigated TERADA's theory, and offered the following formula:

$$\log\frac{T}{T_0-T}=-kt+c$$

But these formulas are too theoretical to apply to practical cases.

KAWASAKI has made many experiments and thus offered an experimental formula,

$$T=T_0e^{-k(t-t_0)}$$

This formula is enough to know the efficacy of net preservatives.

The studies on the efficacy of net preservatives by tannin material in "Donguri" were made according to KAWASAKI's formula.

Preserving efficacy of tannin materials contained in "Donguri" for net were proven to not good.

1 緒 言

さきに漁網染料の効力について各種染料の腐朽曲線を正確に比較し、暫くの間抗張力が一定で或る時期に至ると始めて減少を始めるという事を知り、これより腐朽經過を2つの時期、即ち第1期は恒常（未腐朽）の時期、第2期は減少の時期に分けて考えた。そして此の經過を實用的には

$T=T_0e^{-k(t-t_0)}$ 但し、T：腐朽開始後t日間の抗張力、T_0：未腐朽期間の抗張力、k：腐朽係數、t：腐朽開始後の日數、t_0：浸水後糸の抗張力が減衰し始める迄の日數。

で表はし得ることを示した。[5] 此の式の t_0 及び k の値によつて實際に漁網染料の効力を決定する一

つの目安とした。

今此等の結果を確かめ更にドングリ澁の染料効果について調査を行つた。實驗の結果ドングリ澁は幾分漁網の有効力を延長するが、すぐ染料としての染着性を失い、有効な染料とはなり得ないことを知つた。

本研究に當り御懇切なる御指導を賜つた北大水產學部井上直一教授、實驗上絶大なる御助力を賜つた練習船おしよろ丸乘組員各位、出口豐吉氏、西村竹七氏、平岩節氏、近藤尚氏に對し茲に衷心より感謝の意を表する。

2 材料及び方法

殆ど總て前回と同樣の方法による。

(イ) 供試綿糸

貳拾番手拾號綿糸 函館△漁網會社製)

(ロ) 供試染料

A 素糸(白煮)

B 「カツチ」6回染

C 「カツチ」1%及び重クロム酸カリ 1.5%

D 「カツチ」1%及び重クロム酸カリ 0.7%

E ドングリ澁6回染

F ドングリ及び重クロム酸カリ 2.2%

G ドングリ及び重クロム酸カリ 1%

(ハ) 浸漬地並に時期

函館港—昭和21年1月20日～同年5月21日(122日間)

3 試驗結果

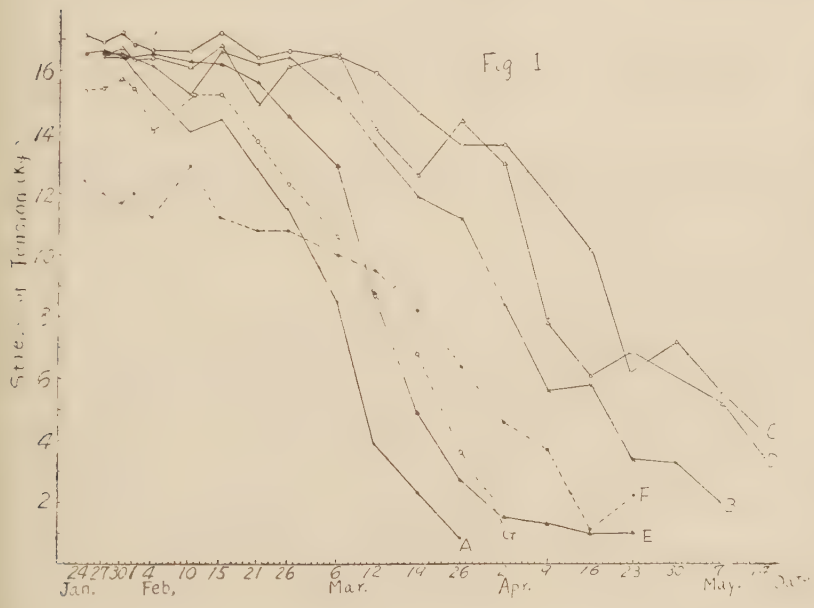
浸漬試驗結果は第1表に示す。之に依り腐朽曲線を書けば第1圖の如くなる。

Table 1. Experimental result.

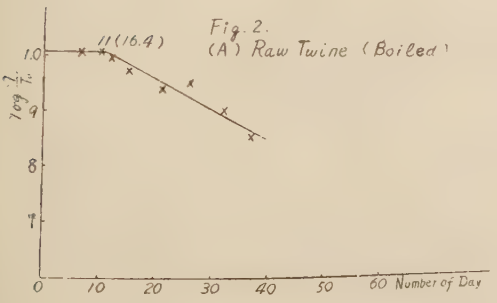
Date		A		B		C		D		E		F		G		Temp. of Sea Water
		S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	
Jan.	24	—	—	—	—	—	—	—	—	16.5	7.7	12.4	6.6	15.3	7.5	3.5°C
	27	16.4	6.9	16.5	7.0	16.9	7.4	16.5	7.4	16.6	7.6	12.0	6.6	15.4	7.4	4.0
	30	16.4	7.3	16.5	7.7	17.2	7.4	16.7	7.6	16.4	7.7	11.7	6.4	15.7	7.4	4.5
Feb.	1	15.9	7.4	15.9	7.7	16.8	7.5	16.3	7.4	16.5	7.7	12.0	6.5	15.4	7.2	2.0
	4	15.2	7.2	16.1	7.4	16.6	7.2	16.4	7.3	16.3	7.5	11.2	6.3	14.0	7.0	3.0
	10	14.0	7.0	15.2	7.6	16.6	7.3	16.1	7.4	16.2	7.7	12.9	7.0	15.2	7.6	3.0
	15	14.4	6.8	16.6	7.3	17.2	7.1	16.8	7.3	15.6	7.3	11.2	6.2	15.2	6.8	3.0
	21	12.8	6.7	16.2	7.2	16.4	7.1	14.9	7.0	14.5	7.1	10.8	6.4	13.7	7.2	4.0
	26	11.5	6.2	16.4	7.6	16.6	7.5	16.1	7.3	12.9	7.0	10.8	6.6	12.3	6.7	4.0

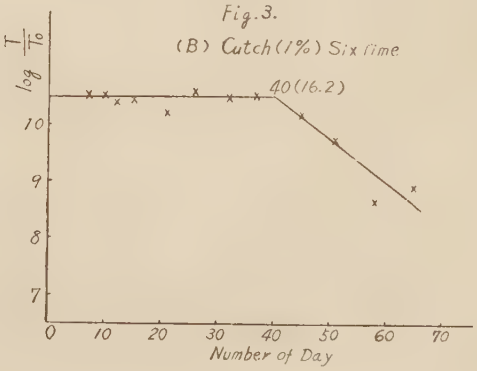
ar.	6	8.5	5.6	15.1	7.3	16.4	7.3	16.5	7.4	8.8	6.0	10.0	6.3	10.6	6.5	4.0
	12	3.9	4.2	13.6	7.6	15.9	7.7	14.1	6.9	4.9	4.8	9.5	6.6	8.7	6.0	4.0
	19	2.3	3.0	11.9	7.1	14.6	7.8	12 6	7.5	2.7	3.9	8.2	6.3	6.8	5.9	5.0
	26	0.8	1.4	11.2	6.7	13.6	7.2	14.4	7.4	1.5	3.1	6.4	5.5	3.6	4.5	5.0
Apr.	2	-	—	8.4	6.5	13.6	7.5	13.0	7.5	1.3	2.4	4.6	4.9	1.3	2.4	5.5
	9	—	—	5.6	5.8	3.8	4.3	7.8	5.9	1.0	2.0	3.7	3.4	0.1	0.7	6.0
	16	—	—	5.8	5.5	10.2	6.3	6.1	5.4	1.0	2.2	1.1	2.4	0.4	1.5	7.5
	23	—	—	3.4	4.2	6.7	4.8	6.9	5.8	—	—	2.2	3.6	—	—	7.0
	30	—	—	3.3	4.1	7.2	5.7	1.7	3.0	—	—	—	—	—	—	8.5
May	7	—	—	2.0	2.7	5.5	4.7	5.2	6.4	—	—	—	—	—	—	9.5
	14	—	—	1.3	1.6	4.3	4.8	3.5	3.9	—	—	—	—	—	—	10.0
	21	—	—	—	—	5.2	4.9	4.6	5.2	—	—	—	—	—	—	9.5

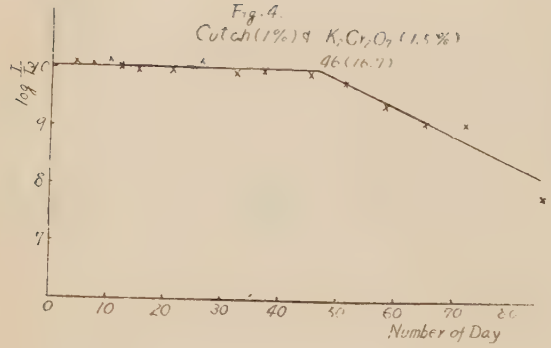
S : Stress of tension (kg). E : Elongation (in.)

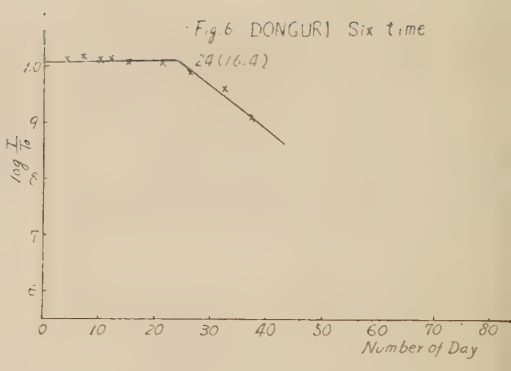


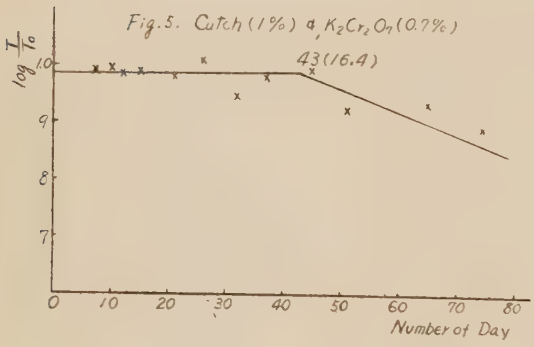
第1圖より供試染料の防腐効果の優劣は大體推察し得るも、更に川崎、村山の實驗式より未腐朽期間、並に腐朽係數を考慮に入れると、第2圖～第8圖の如くなる。

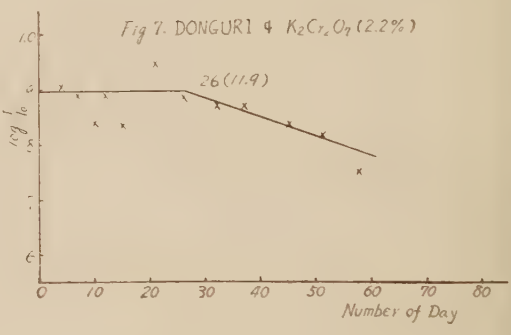


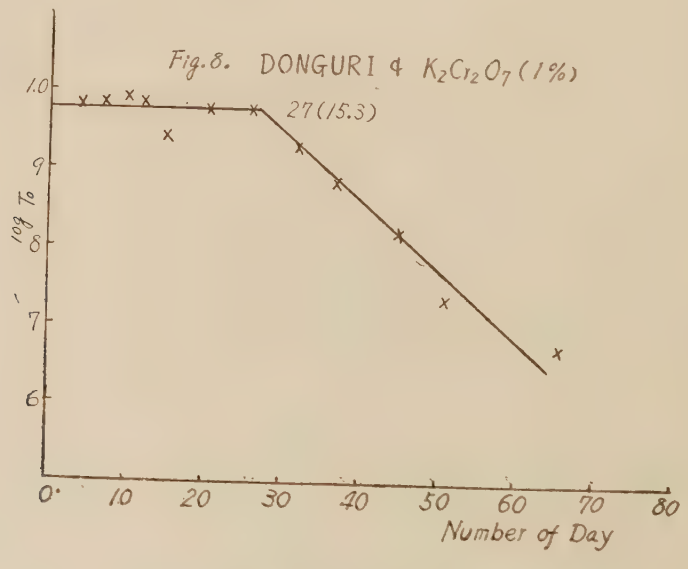












4 摘 要

1) 各種染料について t_0. k, T_0 及び抗張力半減日數の値を示すと第2表の如くなる。

2) 今度新しく試驗したドングリ澁の染料効果としては良い結果は得られなかつた。即ち t_0 に於て幾分白煮の素糸より長く稍々腐朽を遲らせるに過ぎない。

Table 2. Efficacy of Preserving

Dyestuff \ Efficacy	t_0	k	T_0	Time of $\frac{T_0}{2}$
A	11days	0.022	16.4kg	33days
B	40	0.018	16.2	31
C	46	0.010	16.7	46
D	43	0.009	16.4	34
E	24	0.018	16.4	20
F	26	0.008	11.9	29
G	27	0.025	15.3	23

の重クロム酸カリの並用が良い。

3) T_0については第1報では問題にしなかつたが (F) に見られる如く 11.6kg の抗張力しかないものがある。此れはドングリと重クロム酸カリ 2.2% の並用した結果で従來の重クロム酸カリの藥害はないと言はれておる事よりして、處理の不徹底か重クロム酸カリの濃度の爲か今後充分調査しなければならないと思はれる。

4) 第1報のコールタール、O. K. R. 染料の有効な事と合せて従來のカツチと適度

5 結 言

第1報の結言でも述べた如く染料の効力は第1に t_0、第2に k の大小によつて判定される。尚未腐朽期間の存在は被膜の構成及び其の固定の爲である。海水浸漬中長期に亘つてかゝる性質を保つものがよい。

未腐朽期間中の染替による長期使用及び抗張力減少の原因（單糸の擦りのゆるみと腐朽等）については更に調査を要する。

6 文 献

(1) 寺田 寅彦： 各種網糸類の腐朽に就て、水產講習所試驗報告、9卷、6冊、大正3年
(2) 田内森三郎： 網糸腐朽の物理、水產講習所試驗報告、22卷、5冊、昭和2年
(3) 高安 三次： 漁網染料試驗報告（第1報）、北海道水產試驗場報告、大正15年3月
(4) 宇野 道夫： 漁網染料の防腐効力に就て、日本水產學會誌、3卷、2號、昭和9年7月
(5) 川崎 毅一： 漁網染料の効力、第1報、水產學雜誌50號、昭和17年10月
(6) 右田 正男： 漁網染料の防腐効果について、水產學會誌、11, (4), 昭和17年
(7) 右田 正男： 漁網染料の防腐効果について、水產學會誌、12, (4), 昭和18年

（水產科學研究所業績 第71號）

中層トロールに關する一考察（續　報）

ワープの長さとオツターボードの開きとの關係について

小　林　喜一郎　（水產機械學教室）
高　橋　廣　彌　（水產機械學教室）

A STUDY ON FISHING TRAWL OPERATED IN ANY DEPTH OF SEA-WATER (CONTINUED)

ON THE RELATIONS BETWEEN THE LENGTH OF WARP AND THE FRONTAGE OF OTTER-BOARD

Kiichiro KOBAYASHI and Hiroya TAKAHASHI

(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

In the previous report concerning th fishing trawl with a type of otter-trawl operated in any depth of sea-water, the writers have stated the relations between the length of warp and the depth from the surface of sea-water down to the trawl net, as deduced from vertical equilibrium. In the present report, the authors have induced a theoretical equation (3) on the relations between the length of warp and the frontage of otter-board, deduced from horizontal equilibrium. Also, they demonstrated the caluculated results of one example as shown in Table 1, and Fig. 2 and 3, and have added some discussion of the results.

筆者等は先に[1] オツタートロールの形態をとつて、網を中層任意の深度に保持する方法の一つとして、ワープの長さのみを加減することについての理論的考察を試みたのであるが、ワープの長さのみを變化させると網の深度は變るが、一方オツターボードの開口も變化し、從つてワープの長さの短縮にも或種の制限が存在することを指摘しておいた。本報告は、此のワープの長さの變化が、オツターボードの開きに如何なる影響があるかを理論的に檢討したものである。

Fig. 1 はオツタートロールを線圖で表はした平面圖とする。

オツターボードが、其の面に垂直な方向に動く時に受ける抵抗を $P_{\perp}$、面と角 θ をなす時に受ける抵抗を $P_{/}$ とすると、Duchemin[2] により

$$P_{/}=P_{\perp}\frac{2\sin\theta}{1+\sin^2\theta}$$

グランドロープとヘツドロープの張力をF、その移動方向の成分を f'' とすれば、f'' は網の受ける抵抗で、これを垂直な方向の成分 $f_{\perp}$ は、付根で網が移動方向となす角を δ とすると、

$$f_{\perp}=f''\tan\delta$$

ワープは移動方向と角 φ をなし、張力を T とすれば、次式が成立つ。[3]

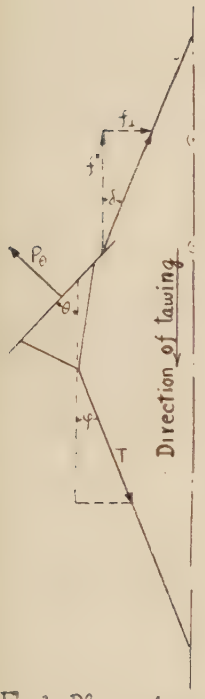


Fig. 1. Plane schematic figure of otter-trawl.

$$T\cos\varphi = P_\perp \frac{2\sin^2\theta}{1+\sin^2\theta} + f'' \quad \text{---------- (1)}$$

$$T\sin\varphi = P_\perp \frac{2\sin\theta\cos\theta}{1+\sin^2\theta} - f''\tan\delta \quad \text{---- (2)}$$

(1)より

$$\sin\theta = \sqrt{\frac{T\cos\varphi - f''}{2P_\perp - (T\cos\varphi - f'')}}$$

従つて

$$\cos\theta = \sqrt{1-\sin^2\theta} = \sqrt{\frac{2P_\perp - 2(T\cos\varphi - f'')}{2P_\perp - (T\cos\varphi - f'')}}$$

此等を(2)式に入れて

$$T\sin\varphi = \frac{2P_\perp \sqrt{\frac{T\cos\varphi - f''}{2P_\perp - (T\cos\varphi - f'')}} \sqrt{\frac{2P_\perp - 2(T\cos\varphi - f'')}{2P_\perp - (T\cos\varphi - f'')}}}{1+\frac{T\cos\varphi - f''}{2P_\perp - (T\cos\varphi - f'')}} - f''\tan\delta$$

$$= \sqrt{2}\ \sqrt{(T\cos\varphi - f'')(P_\perp - T\cos\varphi + f'')}$$

両邊をTで除し、且移行して

$$\frac{f''}{T}\tan\delta = \sqrt{2}\ \sqrt{(\cos\varphi - \frac{f''}{T})(\frac{P_\perp}{T} + \frac{f''}{T} - \cos\varphi)} - \sin\varphi$$

こゝに於て $\frac{P_\perp}{T} = a$, $\frac{f''}{T} = b$ とおき

$$b\tan\delta = \sqrt{2}\ \sqrt{(\cos\varphi - b)(a+b-\cos\varphi)} - \sin\varphi \quad \text{---------- (3)}$$

(3)式には次の條件が必要である。

$$(\cos\varphi - b)(a+b-\cos\varphi) > 0 \quad \text{故に} \quad a+b > \cos\varphi > b \quad \text{---------- (4)}$$

及び $\sqrt{2}\ \sqrt{(\cos\varphi - b)(a+b-\cos\varphi)}$

故に $a+2b+\sqrt{a^2+2b^2+2ab-1} > \cos\varphi > a+2b-\sqrt{a^2+2b^2+2ab-1}$ --- (5)

然るに $a+b < a+2b+\sqrt{a^2+2b^2+2ab-1}$ $\quad b < a+2b\sqrt{a^2+2b^2+2ab-1}$ であるから

これをまとめて

$$a+b > \cos\varphi > a+2b-\sqrt{a^2+2b^2+2ab-1} \quad \text{---------- (6)}$$

次に $\delta = 0$ の時、即ち網幅に沿うて測つたオツターボードの間隔を $2l_0$、曳行中のオツターボードの開口を 2B, ワープの長さを L とすれば

$$B \fallingdotseq l_0 \sin\delta \quad \text{---------- (7)}$$

$$L \fallingdotseq \frac{B}{\sin\varphi} = \frac{l_0\sin\delta}{\sin\varphi} \quad \text{---------- (8)}$$

(3), (6), (7), (8) の式から、ワープの長さと、オツターボードの開口との關係が求められる。

【計　　算　　例】

$P_\perp = f''$、即ち $a=b$ とする。

(6)より $2a > \cos\varphi > 3a - \sqrt{5a^2-1}$ ---------- (9)

これより a の範圍を求めるには

$$5a^2-1>0 \qquad \therefore\ a>\frac{1}{\sqrt{5}} \qquad \text{及び} \quad 3a-\sqrt{5a^2-1}<1 \qquad \therefore\ 1>a>1/2$$

の2條件があるから、これを纏めて

$1>a>1/2$ となる。

次にワープの長さを加減出來る範圍を最大にするには φ を大ならしめればよい。即ち(9)の右邊を最小ならしめる a の値を求めればよいから、右邊の微分を0とおいて、a の値を求めると

$$3-\frac{5a}{\sqrt{5a^2-1}}=0$$

$$\therefore\ a=\frac{3}{\sqrt{5}}=0.68$$

從つて $1>\cos\varphi>0.83$

Table 1. Numerical values of φ, δ, B/l_0 and L/l_0

$\cos\varphi$	φ	$\sin\varphi$	δ	$\sin\delta=\frac{B}{l_0}$	$\frac{\sin\delta}{\sin\varphi}=\frac{L}{l_0}$
0.90	25° 50′	0.4358	0° 58′	0.0166	0.03
0.93	21° 33′	0.3673	7° 57′	0.1383	0.37
0.95	18° 11′	0.3121	13° 5′	0.2264	0.72
0.96	16° 15′	0.2798	15° 50′	0.2728	0.97
0.97	14° 4′	0.2431	18° 50′	0.3228	1.30
0.98	11° 28′	0.1988	22° 14′	0.3783	1.90
0.985	9° 56′	0.1725	24° 9′	0.4092	2.37
0.99	8° 6′	0.1409	26° 21′	0.4438	3.16
0.995	5° 43′	0.0996	29° 4′	0.4858	4.87
0.999	2° 33′	0.0445	32° 27′	0.5365	12.05

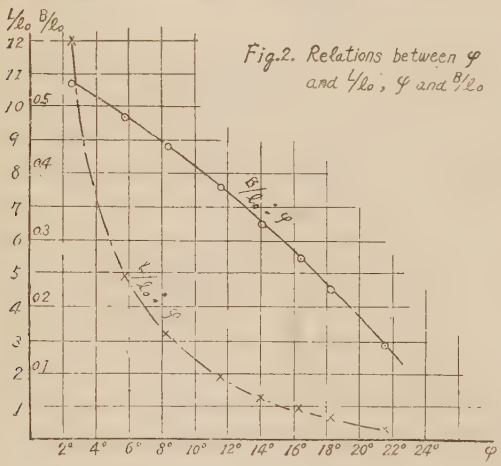


Fig.2. Relations between φ and L/l_0, φ and B/l_0

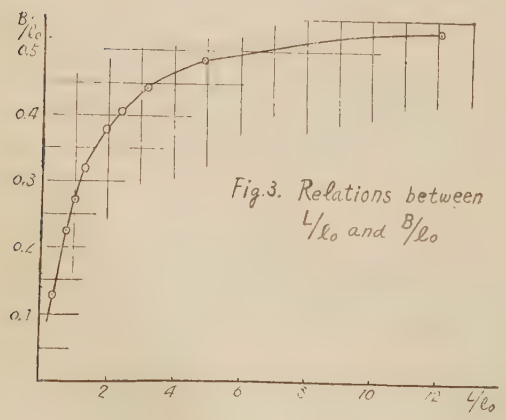


Fig.3. Relations between L/l_0 and B/l_0

計算の便宜上、$a=0.68\fallingdotseq0.7$ として上記の範圍の φ の種々な値に對して δ, B/l_0 及び L/l_0 を數値計算した結果を Table 1 に示した。又横軸に φ, 縱軸に B/l_0, L/l_0 をとつて、グラフに示したのが Fig. 2, 横軸に L/l_0 縱軸に B/l_0 をとつてグラフに示したのが Fig. 3 である。以上の計算結果を要約説明すると、次の如くなる。

$P=f''$ なる如く、網とオツターボードとの大きさを定め、且つワープの曳行角度を、例えば、8° 6′ とした時に、$P_\perp/T=0.7$ なる如き θ を(1)式より求めると、22° となつて、オツターボードの取付角が定まり、その時の $L=3.16l_0$, $B=0.44l_0$ となる。次にこのワープノ長さをのばして、例えば $L=4.8l_0$ とすれば、$B\fallingdotseq0.49l_0$ となり、又縮めて $L=1.9l_0$ とすれば、$B=0.38l_0$ となる。この裝置に於ては $L>2l_0$ の範圍ではワープの長さの變化に對して、オツターボードの開口の變化は少いが、$L<2l_0$ に於ては開口は著しく減少する。

全く同樣にして $P_\perp\neq f''$ の場合も檢討する事が出來る。

【附　　記】

本報告は、噴火灣の總合的研究なる課題による文部省科學試驗研究の一部をなす稚魚トロールの研究の予備的考察としてなされたもので、研究主任井上教授よりは終始御指導を仰いだ。こゝに深甚なる謝意を表する。

文　　献

(1) 小林、高橋 (1951)：　北海道大學水產學部研究彙報、Vol. 1, No. 3, 4, p. 139.
(2) Gibson：　Hydraulics and its Aplications.
(3) 田内森三郎：　水產物理學、朝倉書店、p. 54.

（水產科學研究所業績　第72號）

CH^2表に依る傍子午線高度緯度法に就いて

日向政明（航海運用學教室）
平岩節（航海運用學教室）

ON THE LATITUDE BY EX-MERIDIAN ALTITUDE BY CH^2 TABLE

Masaaki HYUGA and Takashi HIRAIWA

(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

Latitude by meridian altitude is the quickest method by which to calculate the latitude. However, it is not always possible to get an observation when a heavenly body is just on the meridian.

In such cases, the latitude may be found by an ex-meridian altitude when the object lies near the meridian. There are several methods by which this may be done, but the CH^2 reduction method is generally used. Hereupon, one must bear in mind that he can obtain an exact value by meridian altitude, but not always so by ex-meridian altitude.

The reasons are as follows:

1st reason is that the reduction is calculated by estimated latitude and longitude.

2nd reason is that the value of so-called "CH^2" is used as a substitute for the reduction, and yet the former is gotten by an approximate calculation.

And the range in which CH^2 reduction to be used is generally determined by the limit of hour angle, which means an allowable range of error due to 2nd reason.

For the above reasons, it goes without saying that the calculated latitude is not necessarily exact. Accordingly the writers regret that the CH^2 table can not be used practically to full extent in all cases, the range of hour angle being limited.

On these points the writers want to state the errors and these treatments in the CH^2 table of the Nautical Tables published by the Sekiseikai (the limits: Hour angle $<61^m$, Reduction $<131'$) which are used almost universally by navigators in Japan.

The above errors in the tables are demonstrated in Tables 1, 2, 3, & 4 and they are treated by Fig. 1 and 2. On the other hand, errors occur due to estimated latitude and longitude, of which the errors due to the former are eliminated by the repetition of calculation, while those due to the latter are originally different from the former and not eliminated unless the correct longitude is known.

Therefore, the writers came to a conclusion that we are to get a position line by an estimated position instead of a line of latitude.

The errors due to an estimated position are given their solution by plotting a position line; that is, the azimuth of a heavenly body is gotten by Fig. 3, while the intercept is gotten easily by comparing the calculated altitude (mer. alt.−revised value) with the observed altitude.

1 緒 言

子午線高度緯度法は緯度を求むる最も簡單な方法であるが、諸種の事由により、子午線高度觀測不可能なる場合、又はその懸念ある場合に天體を子午線附近に於て觀測して緯度を求むる、所謂傍子午線高度緯度法によるのが普通である。この方法に於て一般に用いられてゐるのは、その觀測高度を子午線高度に引直して緯度を求むる所謂 CH^2 改正によるものである。こゝに先づ子午線高度緯度法によれば正しい緯度が求め得られるのであるが、傍子午線高度緯度法は必ずしもさうでないことを銘記したい。

第1に改正値を求むるに當つて、推定位置の緯度、經度を使用してゐること。

第2に改正値を CH^2 としたこと、又 CH^2 の値は近似計算によつて得られたものであること、が誤差を含む原因である。

又一般に CH^2 の行い得る範圍として、ある限界を時角に設けてゐる様であるが、それは第2の改正値を CH^2 としたことより生ずる誤差に許容範圍を設けた迄のことであつて、その範圍内で行えば絶對的に正しいというのではないことは論を俟たない。又この點に就て實用上問題になるのは、折角膨大な CH^2 表をもち乍ら、使用限界を定め徒らに使用價値を縮少する嫌いである。

此等の點に關し一般に用いられてゐる積成會刊行の航海表掲記の範圍、即ち時角<61m, 改正量<131′ に就て考えて見たいと思う。

2 CH^2 値 の 補 正

1. 改正量を CH^2 とすることに就て

今時角 H のときの高度を a, 子午線經過のときの高度を a_0, 天頂距離 $=z_0=90°-a°=l-d$ とすれば

$$\sin a=\cos z=\cos(l-d)-2\cos l\cdot\cos d\cdot\sin^2 H/2$$

こゝに $2\cos l\cdot\cos d\cdot\sin^2 H/2=y$ とおけば $\cos z=\cos z_0-y$ 即ち z は y の函數で、之を $z=f(y)$ とおき、級數に展開すれば

$$z=z_0+\frac{2\cos l\cdot\cos d}{\sin z_0}\cdot\sin^2 H/2-2\left(\frac{\cos l\cdot\cos d}{\sin z_0}\right)^2\cot z_0\cdot\sin^4 H/2$$

$$+4/3\left(\frac{\cos l\cdot\cos d}{\sin z_0}\right)^3(1+3\cot^2 z_0)\cdot\sin^6 H/2-\text{- - - - - - - - - - -}$$

h は小なる故、$\sin H/2=H/2\sin 1^m$ とおける（Hの單位は 1^m）。之により第2項は

$$\frac{0.03272\cos l\cdot\cos d}{\sin z_0}\cdot H^2$$

となる。之が一般に言われてゐるところの CH^2 である。此の記號を用いて第3項以下を書き表わして見ると

Table 1. $0.'000145C^2H^4 \tan a_0$ (l, α, : Same sign)

$\alpha = 0°$

H \ l	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°
5m	0.02	0	0	0	0	0	0
10	0.28	0.03	0.01	0	0	0	0
15	1.44	0.16	0 04	0.01	0	0	0
20	4.55	0.52	0.13	0 04	0.01	0	0
25	11.09	1.26	0.32	0.10	0.04	0.01	0
30	—	2.61	0.65	0.21	0.07	0.02	0.01
35	—	4.83	1.21	0.39	0.14	0.04	0.01
40	—	—	2.07	0.67	0.24	0.08	0.02
45	—	—	3.31	1.08	0.38	0.12	0.03
50	—	—	—	1.64	0.58	0.19	0.05
55	—	—		2.41	0.84	0.27	0.07
60	—	—	—	—	1.19	0.39	0.10

$\alpha = 10°$

H \ l	0°	20°	30°	40°	50°	60°	70°
5m	0.02	0.02	0	0	0	0	0
10	0.28	0.25	0.03	0.01	0	0	0
15	1.44	1.27	0.13	0.03	0.01	0	0
20	4.55	4.00	0.42	0.10	0.03	0.01	0
25	11.09	9.77	1.04	0.24	0.07	0.02	0
30	—	—	2.15	0.49	0.15	0.04	0.01
35	—	—	3.98	0.92	0.27	0.08	0.02
40	—	—	6.79	1.57	0.46	0.14	0.03
45	—	—	—	2.51	0.73	0.22	0.06
50	—	—	—	3.83	1.12	0.34	0.08
55	—	—	—	—	1.64	0.49	0.12
60	—	—	—	—	2.32	0.70	0.18

$\alpha = 20°$

H \ l	0°	10	30°	40°	50°	60°	70°
5m	0	0.02	0.01	0	0	0	0
10	0.03	0.25	0.10	0.02	0	0	0
15	0.16	1.27	0.98	0.10	0.02	0.01	0
20	0.52	4.00	3.09	0.30	0.06	0.02	0
25	1.26	9.77	7.55	0.74	0.15	0.04	0.01
30	2.61	—	—	1.53	0.32	0.08	0 02
35	4 83	—	—	2.84	0.59	0.15	0.03
40	—	—	—	4.84	1.00	0.25	0.06
45		—	—	—	1.61	0.41	0.09
50	—	—	—	—	2.45	0.62	0.14
55	—	—	—	—	3.59	0.91	0.21
60	—	—	—	—		1.28	0.30

$\alpha = 30°$

H \ l	0°	10°	20°	40°	50°	60°	70°
5m	0	0	0.01	0.01	0	0	0
10	0.01	0.03	0.19	0.13	0.01	0	0
15	0.04	0.13	0.98	0.65	0.06	0 01	0
20	0.13	0.42	3.09	2 06	0.18	0.03	0.01
25	0.32	1,04	7.55	5.02	0.44	0.08	0.02
30	0.65	2.15	—	10.41	0.92	0.16	0.03
35	1.21	3.98	—	—	1.70	0.30	0.06
40	2.07	6.79	—	—	2.89	0.52	0.10
45	3.31	—	—	—	4.63	0.83	0.16
50		—	—	—	—	1.26	0.25
55	—	—	—	—	—	1.85	0 36
60	—	—	—		—	2.61	0.51

$\alpha = 40°$

H \ l	0°	10°	20°	30°	50°	60°	70°
5m	0	0	0	0.01	0	0	0
10	0	0.01	0.02	0.13	0.07	0.01	0
15	0.01	0.03	0.10	0.65	0.36	0.03	0
20	0.04	0.10	0.30	2.06	1.13	0.09	0.01
25	0.10	0.24	0.74	5.02	2.77	0.21	0.03
30	0.21	0.49	1.53	10.41	5.74	0.43	0.06
35	0.39	0.92	2.84	—	10.62	0.80	0.11
40	0.67	1.57	4.84	—	—	1.37	0 19
45	1.08	2.51	—	—	—	2.19	0.30
50	1.64	3.83		—		3.34	0.46
55	2.41	—		—	—	4.89	0.67
60	—	—	—	—	—		0.95

$\alpha = 50°$

H \ l	0°	10°	20	30°	40°	60°	70°
5m	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0.01	0.07	0.03	0
15	0	0.01	0.02	0.06	0.36	0.15	0.01
20	0.01	0.03	0.06	0.18	1.13	0 48	0.03
25	0.04	0.07	0.15	0.44	0.77	1.18	0.07
30	0 07	0.15	0.32	0.92	5.74	2.44	0.14
35	0.14	0.27	0.59	1.70	10.62	4.52	0 26
40	0.24	0.46	1.00	2.89		7.72	0.45
45	0.38	0.73	1.61	4·63		12.37	0 72
50	0.58	1.12	2.45	—	—	—	1.10
55	0.84	1.64	3.59		—		1.61
60	1.19	2.32				—	2.28

$\alpha = 60°$

H \ l	0°	10°	20°	30°	40°	50°	70°
5m	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0.01	0.03	0 01
15	0	0	0.01	0.01	0.03	0.15	0.04
20	0	0.01	0.02	0.03	0.09	0.48	0.14
25	0.01	0.02	0.04	0.08	0.21	1.18	0.33
30	0.02	0.04	0.08	0.16	0.43	2.44	0.69
35	0.04	0.08	0.15	0.30	0.80	4 52	1.28
40	0.08	0.14	0.25	0.52	1.37	7.72	2.19
45	0.12	0.22	0.41	0.83	2.19	12.37	3.50
50	0.19	0.34	0.62	1.26	3.34	—	5.34
55	0.27	0.49	0.91	1.85	4.89	—	7.81
60	0.39	0.70	1.28	2.61		—	11.06

$\alpha = 70°$

H \ l	0	10°	20	30°	40°	50°	60°
5m	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0.01
15	0	0	0	0	0	0.01	0 04
20	0	0	0	0	0.01	0.03	0.14
25	0	0	0 01	0.02	0.03	0.07	0 33
30	0.01	0.01	0.02	0.03	0.06	0.14	0.69
35	0.01	0.02	0.03	0.06	0.11	0.26	1.28
40	0.02	0.03	0.06	0.10	0.19	0.45	2.19
45	0.03	0.06	0.09	0.16	0 30	0.72	3.50
50	0.05	0.08	0.14	0.25	0.46	1.10	5.34
55	0.07	0.12	0.21	0.36	0.67	1.61	7.81
60	0.10	0.18	0.30	0.51	0.95	2.28	11 06

Table 2. $0.''000145 C^2H^4 \tan a_0$ (l, d : Contrary sign)

$d = 10°$

H \ l	0°	10°	20°	30	40°	50	60°	70°
5m	0 02	0	0	0	0	0	0	0
10	0.28	0.03	0.01	0	0	0	0	0
15	1.44	0.17	0.05	0.02	0.01	0	0	0
20	4.55	0.55	0 15	0.05	0.02	0.01	0	0
25	11.09	1.34	0.36	0.13	0.05	0.02	0.01	0
30	—	2.77	0.75	0.26	0.10	0.04	0.01	0
35	—	5.14	1.38	0.49	0.19	0.07	0.02	0
40	—	—	2.36	0.83	0.32	0 12	0.04	0.01
45	—	—	3.77	1.33	0 52	0 20	0 06	0.01
50	—	—	—	2.03	0.79	0.30	0 10	0 02
55	—	—	—	—	1.15	0.44	0.14	0.03
60	—	—	—	—	1.63	0 62	0.20	0.04

$d = 20°$

H \ l	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
5m	0	0	0	0	0	0	0
10	0 03	0 01	0	0	0	0	0
15	0 16	0 05	0.02	0.01	0	0	0
20	0·52	0.15	0·06	0.02	0.01	0	0
25	1 26	0.36	0.14	0.06	0.02	0.01	0
30	2 61	0.75	0.28	0.12	0.05	0.02	0 01
35	4.83	1.38	0 52	0.22	0.09	0.03	0.01
40	—	2.36	0,89	0.38	0.16	0.06	0.02
45	—	3 77	1.43	0.60	0 25	0.10	0.03
50	—	—	2.18	0.92	0.39	0.15	0.04
55	—	—	—	1.34	0.57	0.21	0.06
60	—	—	—	1.90	0 80	0.30	0.08

$d = 30°$

H \ l	0°	10°	20°	30°	40°	50°
5m	0	0	0	0	0	0
10	0.01	0	0	0	0	0
15	0.04	0.02	0.01	0	0	0
20	0.13	0.05	0.02	0.01	0	0
25	0.32	0.13	0.06	0.03	0.01	0
30	0.65	0.26	0.12	0 05	0.02	0.01
35	1.21	0.49	0.22	0.10	0.04	0.01
40	2 07	0.83	0.38	0.17	0.07	0.02
45	3.31	1.33	0.60	0.28	0.12	0.04
50	—	2.03	0.92	0.42	0.18	0.05
55	—	—	1.34	0.61	0.26	0.08
60	—	—	1.90	0.87	0.36	0.11

$d = 40°$

H \ l	0°	10°	20°	30°	40
10m	0	0	0	0	0
15	0.01	0.01	0	0	0
20	0.04	0.02	0.01	0	0
25	0.10	0.05	0.02	0.01	0
30	0.21	0.10	0 05	0.02	0.01
35	0.39	0·19	0.09	0.04	0.01
40	0.67	0.32	0.16	0.07	0.02
45	1.08	0.52	0.25	0.12	0.04
50	1.64	0.79	0.39	0 18	0.06
55	2.41	1.15	0.57	0.26	0.09
60	—	1.63	0.80	0.36	0.13

$d = 50°$

H \ l	0°	10°	20°	30°
15m	0	0	0	0
20	0 01	0.01	0	0
25	0.04	0.02	0.01	0
30	0.07	0.04	0.02	0.01
35	0.14	0.07	0.03	0.01
40	0.24	0.12	0.06	0.02
45	0.38	0.20	0.10	0.04
50	0.58	0.30	0.15	0.05
55	0.84	0.44	0.21	0 08
60	1.19	0.62	0.30	0.11

$d = 60°$

H \ l	0°	10°	20°
20m	0	0	0
25	0.01	0.01	0
30	0.02	0.01	0.01
35	0.04	0.02	0.01
40	0.08	0.04	0.02
45	0.12	0.06	0.03
50	0.19	0.10	0.04
55	0.27	0.14	0.06
60	0 39	0.20	0.08

$d = 70°$

H \ l	0°	10°
25m	0	0
30	0.01	0
35	0.01	0
40	0.02	0.01
45	0.03	0.01
50	0.05	0.02
55	0.07	0.03
60	0.10	0.04

$$z = z_0 + CH^2 - 0.''000145 \cot z_0 \, C^2H^4 + 0.''0000000141 (1+3 \cot^2 z_0) \, C^3H^6$$

$$\therefore \quad a_0 = a + CH^2 - 0.''000145 \tan a_0 \, C^2H^4 + 0.''0000000141 (1+3 \tan^2 a_0) \, C^3H^6$$

となる。又天體が極下子午線の近傍に在る場合は

$$a_0 = a - CH^2 - 0.''000145 \tan a_0 \, C^2H^4 - 0.''0000000141 (1+3 \tan^2 a_0) \, C^3H^6$$

である。此式に於て一般に C^2H^4 の項以上は小なりとして省畧してあるのであるが、その値は如何程であるかを $H \leqq 60m$, $CH^2 < .31'$ の範圍内に於て各緯度 (l), 赤緯 (d), 時角 (h) に就て見れば、第1表、第2表、第3表及び第4表の如くである。

此等の表に見る如く、時角の增大によつて誤差は激增するものである故、時角の大さに應じ相當の誤差を覺悟せねばならない。

Table 3. $0.'0000000141\ (1+3\ \tan^2 a_0)\ C^3 H^6$ (l, d, ; Same sign)

$\alpha = 0°$

H \ l	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°
5m	0	0	0	0	0	0	0
10	0.01	0	0	0	0	0	0
15	0.10	0	0	0	0	0	0
20	0.57	0.02	0	0	0	0	0
25	2.16	0.06	0.01	0	0	0	0
30	—	0.18	0.02	0	0	0	0
35	—	0.45	0 05	0.01	0	0	0
40	—	—	0 11	0'02	0	0	0
45	—	—	0.21	0.04	0.01	0	0
50	—	—	—	0.07	0.01	0	0
55	—	—	—	0.12	0.03	0.01	0
60	—	—	—	—	0.04	0.01	0

$\alpha = 10°$

H \ l	0°	20°	30°	40°	50°	60°	70°
5m	0	0	0	0	0	0	0
10	0.01	0.01	0	0	0	0	0
15	0.10	0.08	0	0	0	0	0
20	0.57	0.47	0 01	0	0	0	0
25	2.16	1.78	0.04	0	0	0	0
30	—	—	0.13	0.01	0	0	0
35	—	—	0.33	0.03	0	0	0
40	—	—	0.74	0.07	0.01	0	0
45	—	—	—	0.14	0.02	0	0
50	—	—	—	0.26	0.04	0.01	0
55	—	—	—	—	0.07	0.01	0
60	—	—	—	—	0.12	0.02	0

$\alpha = 20°$

H \ l	0°	10°	30°	40°	50°	60°	70°
5m	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0.01	0.01	0	0	0	0
15	0	0.08	0.06	0	0	0	0
20	0.02	0.47	0.32	0.01	0	0	0
25	0.06	1.78	1.21	0.03	0	0	0
30	0.18	—	—	0.08	0.01	0	0
35	0.45	—	—	0.20	0.02	0	0
40	—	—	—	0.45	0·04	0	0
45	—	—	—	—	0.07	0.01	0
50	—	—	—	—	0 14	0.02	0
55	—	—	—	—	0.24	0.03	0
60	—	—	—	—	—	0.05	0.01

$\alpha = 30°$

H \ l	0°	10°	20°	40°	50°	60°	70°
5m	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0.01	0	0	0	0
15	0	0	0.06	0.03	0	0	0
20	0	0.01	0.32	0.17	0	0	0
25	0 01	0.04	1.21	0.66	0.01	0	0
30	0.02	0.13	—	1.96	0.04	0	0
35	0.05	0.33	—	—	0.09	0.01	0
40	0.11	0.74	—	—	0 21	0.01	0
45	0.21	—	—	—	0.42	0.03	0
50	—	—	—	—	—	0.05	0
55	—	—	—	—	—	0.09	0.01
60	—	—	—	—	—	0.15	0 01

$\alpha = 40°$

H \ l	0°	10°	20°	30°	50°	60°	70°
5m	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0.03	0.01	0	0
20	0	0	0.01	0.17	0.07	0	0
25	0	0	0.03	0.66	0.27	0	0
30	0	0.01	0.08	1.96	0.80	0.01	0
35	0.01	0.03	0.20	—	2.02	0.03	0
40	0.02	0.07	0.45	—	—	0.07	0
45	0.04	0.14	—	—	—	0.14	0.01
50	0.07	0.26	—	—	—	0.26	0.01
55	0.12	—	—	—	—	0.45	0.02
60	—	—	—	—	—	—	0.03

$\alpha = 50°$

H \ l	0°	10°	20°	30°	40°	60°	70°
5m	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0.01	0	0
20	0	0	0	0	0.07	0 02	0
25	0	0	0	0.01	0.27	0.08	0
30	0	0	0.01	0.04	0 80	0.22	0
35	0	0	0.02	0.09	2.02	0.56	0.01
40	0	0·01	0.04	0.21	—	1.25	0.01
45	0.01	0.02	0.07	0.42	—	2.54	0·03
50	0.01	0.04	0.14	—	—	—	0.05
55	0.03	0.07	0.24	—	—	—	0.09
60	0.04	0.12	—	—	—	—	0 14

$\alpha = 60°$

H \ l	0°	10°	20°	30°	40°	50°	70°
m							
15	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0.02	0
25	0	0	0	0	0	0.08	0·01
30	0	0	0	0	0.01	0.22	0.03
35	0	0	0	0.01	0.03	0.56	0.08
40	0	0	0	0.01	0.07	1.25	0.19
45	0	0	0.01	0.03	0.14	2.54	0.38
50	0	0.01	0.02	0.05	0.26	—	0.72
55	0.01	0.01	0.03	0.09	0.45	—	1.27
60	0.01	0.02	0.05	0.15	—	—	2.15

$\alpha = 70°$

H \ l	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
20m	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0.01
30	0	0	0	0	0	0	0 03
35	0	0	0	0	0	0.01	0.08
40	0	0	0	0	0	0.01	0.19
45	0	0	0	0	0.01	0.03	0.38
50	0	0	0	0	0.01	0.05	0.72
55	0	0	0	0.01	0.02	0.09	1.27
60	0	0	0.01	0.01	0.03	0.14	2.15

Table 4. $0.'0000000141\ (1+3\tan^2 a_0)\ C^6H^6$ (l, d : Contrary sign)

$d = 10°$

H \ l	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
5m	0	0	0	0	0	0	0
10	0.01	0	0	0	0	0	0
15	0.10	0	0	0	0	0	0
20	0.57	0.02	0	0	0	0	0
25	2.16	0.07	0.01	0	0	0	0
30	—	0.19	0 02	0	0	0	0
35	—	0.49	0.06	0.01	0	0	0
40	—	—	0.13	0.02	0.01	0	0
45	—	—	0.26	0.05	0.01	0	0
50	—	—	—	0.09	0.02	0.01	0
55	—	—	—	—	0.04	0.01	0
60	—	—	—	—	0.07	0.02	0

$d = 20°$

H \ l	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
15m	0	0	0	0	0	0	0
20	0.02	0	0	0	0	0	0
25	0.06	0.01	0	0	0	0	0
30	0.18	0.02	0	0	0	0	0
35	0.45	0.06	0.01	0	0	0	0
40	—	0.13	0.03	0.01	0	0	0
45	—	0.26	0.06	0.02	0	0	0
50	—	—	0.10	0.03	0.01	0	0
55	—	—	—	0.05	0.02	0.01	0
60	—	—	—	0.09	0.03	0.01	0

$d = 30°$

H \ l	0°	10°	20°	30°	40°	50°
20m	0	0	0	0	0	0
25	0.01	0	0	0	0	0
30	0.02	0	0	0	0	0
35	0.05	0.01	0	0	0	0
40	0 11	0.02	0 01	0	0	0
45	0.21	0 05	0.02	0 01	0	0
50	—	0 09	0 03	0.01	0	0
55	—	—	0.05	0.02	0.01	0
60	—	—	0.09	0.03	0.01	0

$d = 40°$

H \ l	0°	10°	20°	30°	40°
30m	0	0	0	0	0
35	0 01	0	0	0	0
40	0.02	0.01	0	0	0
45	0 04	0.01	0	0	0
50	0.07	0.02	0 01	0	0
55	0.12	0.04	0 02	0.01	0
60	—	0.07	0 03	0.01	0.01

$d = 50°$

H \ l	0°	10°	20°	30°
50m	0 01	0.01	0	0
55	0.03	0 01	0 01	0
60	0 04	0 02	0 01	0

$d = 60°$

H \ l	0°	10°	20°
50m	0	0	0
55	0 01	0	0
60	0 01	0	0

$d = 70°$

H \ l	0°	10°
50m	0	0
55	0	0
60	0	0

Table 5. $\Delta a_1 - \Delta a_0$

H \ cos l. cos d / sin Z_0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5
10m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01
15	0	0	0	0	0.01	0 01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
20	0	0	0.01	0.01	0 01	0 02	0 02	0.02	0.02	0 03	0.03
25	0 01	0.01	0 02	0.02	0.03	0.03	0.04	0 04	0.05	0 05	0.06
30	0 02	0.04	0 06	0.08	0.10	0.11	0.13	0.15	0.17	—	—
35	0 03	0.07	0 10	0.14	0 18	0.20	0.24	—	—	—	—
40	0.06	0.12	0.17	0.23	0.29	—	—	—	—	—	—
45	0 10	0.20	0.30	0.40	—	—	—	—	—	—	—
50	0 15	0.30	0.45	—	—	—	—	—	—	—	—
55	0.23	0.45	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	0.32	0 64	—	—	—	—	—	—	—	—	—

2. 誤　　差

前述のCH^2, C^2H^4, C^3H^6の値を觀測時の測得高度に加減して子午線高度を求め、眞の子午線高度と比較して見ると大體その差は 0.′6 以下であつて、その範圍内に於て正しいということが出來る。その誤差の原因は緒言の第2後半に記しておいた近似計算によるのと、C^4H^8 項以下の省略によるものであるが、觀測高度の精度と實際という點より見て、この程度の誤差は許容さるべきであると考える。近似計算による誤差を參考迄に掲げれば第5表の如くである。こゝに Δa_1 は CH^2 による値即ち

$$\frac{0.03272\ \cos l \cdot \cos d}{\sin z_0} \cdot H^2, \quad \Delta a_0 \text{ は } 6876 \frac{\cos l \cos d}{\sin z_0} \sin^2 H'2 \text{ の値である。}$$

3. 處　理　法

CH^2 の値は航海表より求め殘りの C^2H^4, C^3H^6 の項は共線圖表によるのが便利である。この C^2H^4 の項は C, H の値の大なるとき是非考慮すべき問題である。Fig. 1 (A) は $0.'000145C^2H^4 \tan a_0$ の値を $90° > a_0 > 6°$ に就て求め、Fig. 1 (B) は同じく $90° > a_0 > 20°$ に限定して利用に便ならしめた。又 Fig. 2 は $0.'0000000141\ (1+3\tan^2 a_0)\ C^3H^6$ の値を求めるためのものである。

3　推定經緯度の含む誤差より生ずる誤差

1. 誤　　差

2に述べたるところは系統的な誤差であつて、之は除去することが出來たのである。即ち正しい經緯度を用い傍子午線高度緯度法を行えば、上記の如くして緯度を求むることが出來るのである。處が一般に觀測地の正しい位置は分つてゐないのであるから、實際問題として要求されるのは誤差を含む經緯度を使つて如何に處理するかである。CH^2 構成式に見る如くその位置に誤差のある限り、求めた緯度には當然誤差が含まれる。その内推定緯度の誤差に影響される量は僅少であつて、而も新に求め得た緯度を推定緯度として算式に代入し計算を繰返せば正しいものが求め得らるゝも推定經度の誤差は本質的に前者と異なり、改正値の中に2乘、4乘といつた形で入つてくるのであつて、その影響は前者に比し大であり、而も正しい經度が分らぬ限り如何ともなし難いものである。換言すれば傍子午線高度緯度法より得られた緯度は特定の經度に對する緯度であつて、推定經度を變える毎に異つた緯度が得られるのである。

$$z = z_0 \pm CH^2 - 0.'000145 \tan a_0\ C^2H^4 \pm 0.'0000000141\ (1+3\ \tan^2 a_0)\ C^3H^6$$

に於て C を constant とし H に就て微分すれば時角の誤差による緯度の誤差が見られる。即ち

$$\{\pm 2CH - 0.'00058 \tan a_0 \cdot C^2 \cdot H^3 \pm 0.'0000000846\ (1+3\ \tan^2 a_0)\ C^3H^5\}\Delta H$$

である。

2. 處　理　法

前述の如く傍子午線高度緯度法では特定の經度に對する緯度が求められる丈であるが、次の事は言いうる。H の變化による高度の誤差が小なる場合、即ち C, H の値の小なる場合には經度の誤差による緯度の誤差は小なる故求むるものと見做し得る。位置の線に就ていえばそれが略々東西に走つてゐる場合は經度の誤差による緯度誤差は小であつて、その方向が東西に近づけば近づく程誤差は小となる。今經度の誤差を Δl, 天體の方位を Z, 緯度の誤差を Δl とすれば $\Delta l = \Delta L \cdot \cos l \cdot \tan Z$ なる關係がある。今假に $\Delta L \cdot \cos l$ を 5′ として見れば Δl が 0.′5 となるのは Z が5.°7 の時でありこの程度ならば實用上差支ないと思う。

次に一般的に（特に Z の大なる時であるが）考えれば前述の如く經度の判らぬ限り傍子午線高度緯

Fig. 1 (B) $\Delta a = 0.'000145 C^2 H^4 \tan a_o$ $(90° > a_o > 20°)$

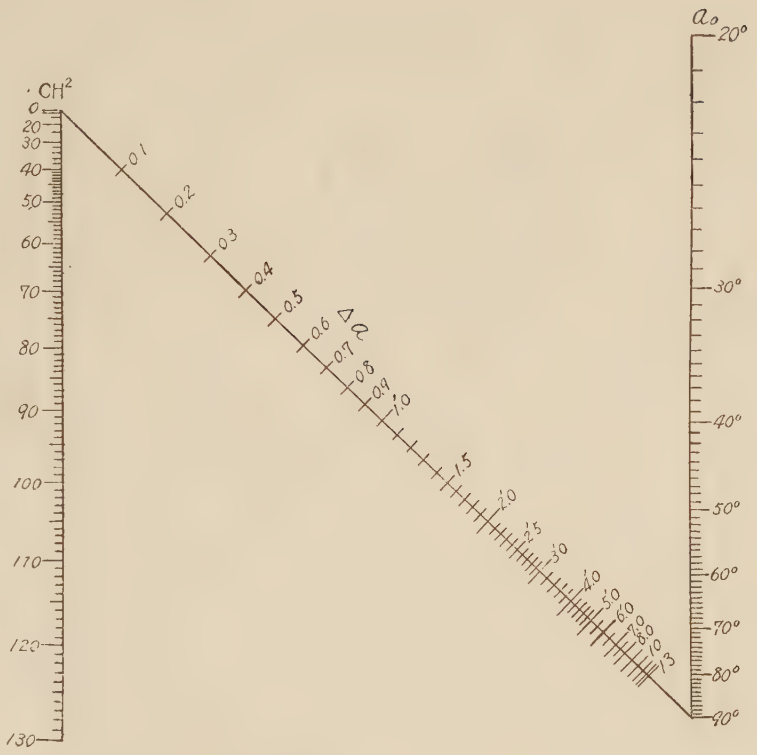


Fig. 1 (A) $\Delta a = 0.'000145 C^2 H^4 \tan a_o$ $(90° > a_o > 6°)$

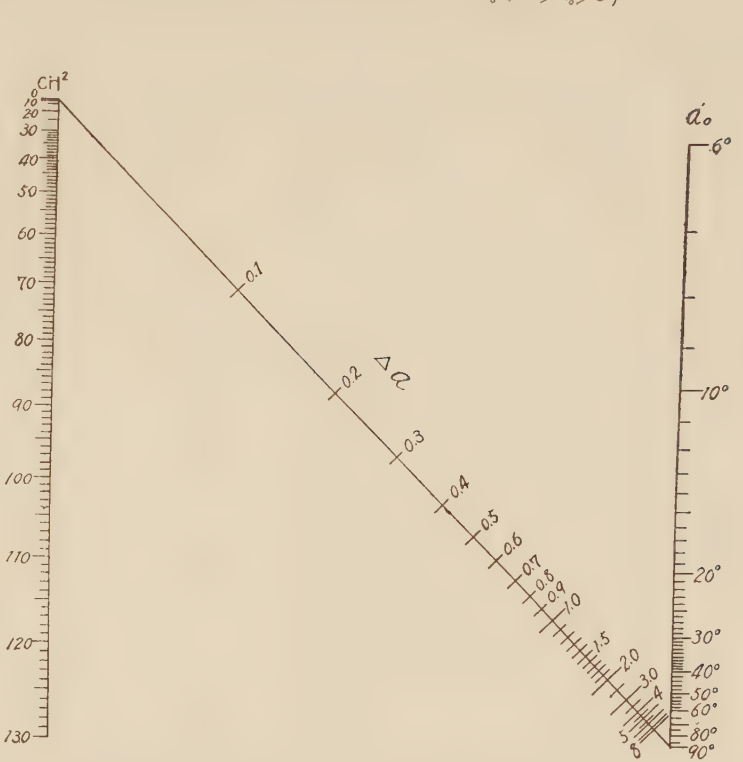


Fig. 3 Sin Z=Sin H • Cos d • Sec a (H, a→× ×, d→Z

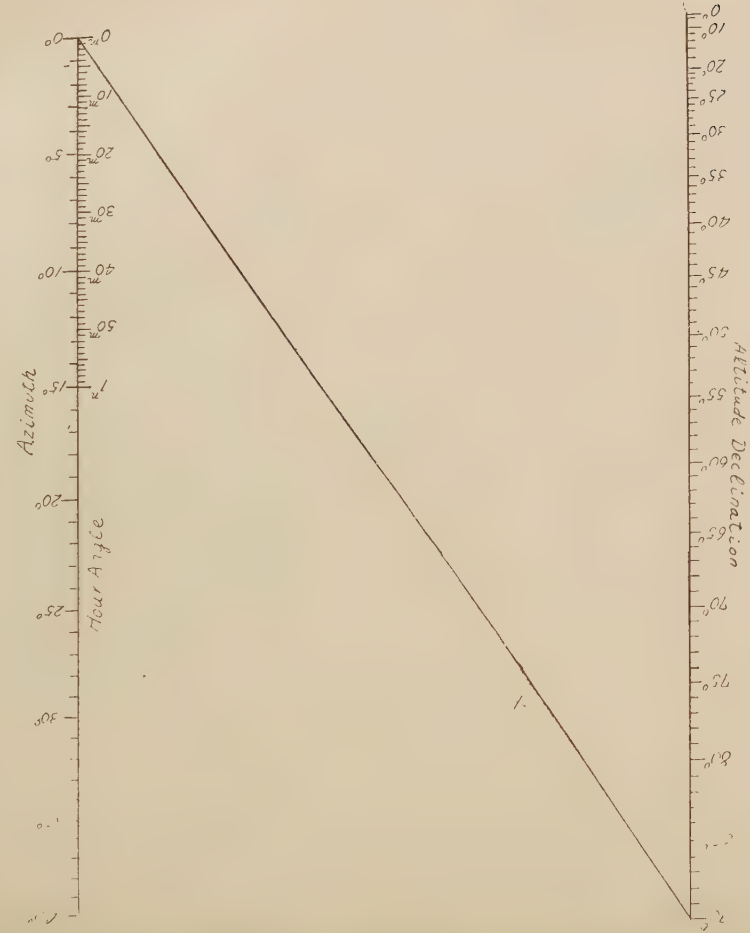
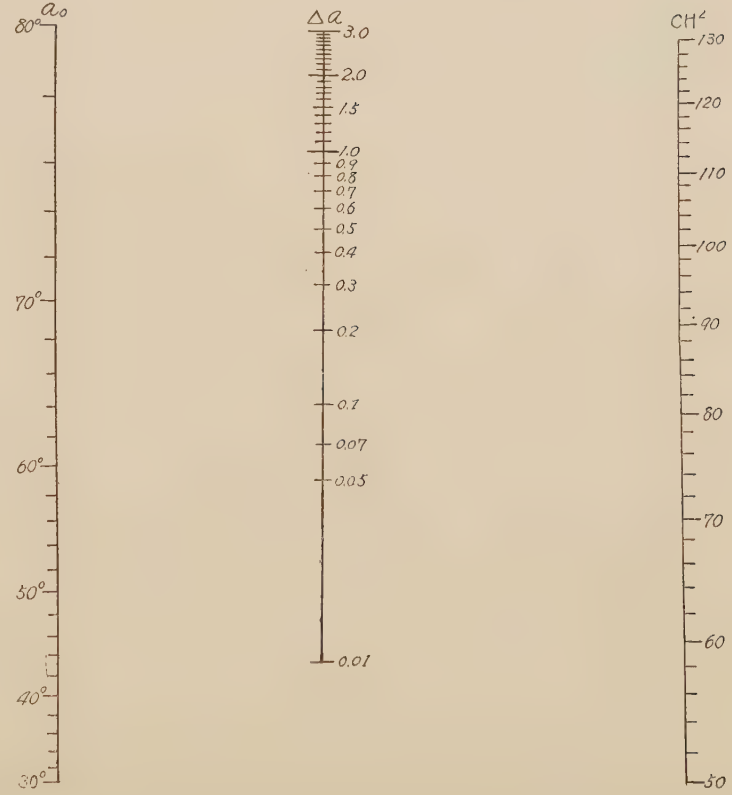


Fig. 2 $\Delta a = 0.'0000000141\ (1+3\tan^2 a^\circ)\ C^3 H$



度法によつて緯度は求められないのであるから、強いて緯度を求めようとせず、位置の線を求め他の位置の線と組合せて船位決定を考えるべきである。

位置の線を求むるには、(1)推定位置を挟み其の東西に2つの經度を假定し、此等の經度に對する緯度を求め、その2點を結んで所要のものとする法。(1)′ CH^2, - - - 改正により2つの經度に對する緯度を求め、その2點を結んで位置の線とする法。(2)推定經度を用い緯度を求むると同時に觀測時の天體方位を算出し求めた點を通つて天體方位に垂直な直線を引く方法。(3)修正差と天體方位より求むる方法。が考えられるのであるが、(1), (2), 3) は何れも煩雜にして計算に手數を要する嫌いがある。又(1)′ は求めた緯度を使つて改正を繰返す煩らはしさがある。玆に於て筆者等はCH^2改正による修正差法を考えて見た。即ち觀測位置 (推定) に於ける子午線高度は容易に判るからこれに CH^2, C^2H^4 C^3H^6 (要すれば) の改正を施せば觀測時に於ける計算高度が求められるから、之と觀測高度により修正差を求める。一方方位を求めこの兩者で以て位置の線を決定する。この場合方位は Fig. 3 に掲げた圖表により容易に求められる。一例を擧げれば推定緯度 10°S, 赤緯 0°, 時角 20^m, 測高度 78°55.′0 なるときの位置の線を求むるに

$CH^2 = 74.'2$ (CH^2表より), $C^2H^4 = 4.'6$ (Fig. 1 より), $C^3H^6 = 0.'6$ (Fig. 2 より),

$\therefore \Delta a = 70.'2$, $\therefore$ 計算高度 = 78°49.′8 $\therefore$ 修正差 = 5.′2+ 方位 = N 26.°3W (Fig. 3 より)

となる。

4 結 言

以上 CH^2 を使つて緯度を求めてゐる慣習に對し系統的なものと偶成性のものとに就いてその誤差及び改良法を考えて見た。海上實務に携る人に傍子午線高度緯度法に就て一考願えれば幸甚と思う次第である。

5 文 献

(1) 積成會 (1927): 航海表、p. 262～276.

(2) 渡 邊 (1947): 應用數學、10卷、河出書房

(3) 川 畑 (1940): 球面星學、地人書館、p. 177～181.

(4) Blackburne (1914): The Excelsior Hour angle and altitude azimuth Tables 30°N to 30°S Ex-meridian Tables 70°N to 70°S, p. 272～301 James Brown & Son.

(5) 鈴 木 (1949): 地文及天文航法、恒星社、p. 147～155.

(水産科學研究所業績 第73號)

磁氣羅針儀自差修正に就いて

日向政明（航海運用學教室）

STUDIES ON MAGNETIC COMPASS CORRECTION.

Masaaki HYUGA

(Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

The three following methods are generaly used to correct magnetic compasses.

(1) Method by observing azimuth.

(2) Method by measuring magnetic field, -viz. by using deflector.

(3) Method by observing azimuth, and chiefly by measuring magnetic field.

Methods in general use are (1) and (2); the former is a standard method; and when impossible to use the former, the latter is supplimentarily used. In the former, one must fundamentally keep ship's head on cardinal and intercardinal points by magnetic bearings, while in the latter, one must get practised in the usage of deflector.

Taking into consideration the above points, the writer proposed of a few methods undermentioned to practise a simplified correction of compass with ship's head kept on cardinal and intercardinal points by compass.

(I) Simplified method of corrcetion of compass chiefly by azimuth.

These are the methods to be practised by the observation of bearings of heavenly bodies.

The procedures are as follows;

§1. 1st method.

Note the change of bearing of the sun for every twenty minutes, using the azimuth tables, the approximate local apparent times, the latitude (correct to a degree), and the date of the month. A curve of the sun's change of bearing is then plotted on cross-section paper. A reference to the azimuth tables shows that an error of a few minutes in time, of a degree in latitude, or even of a day or so in date, makes practically no change of bearing of the sun, though of course, with such erroneous data, there is a decided error in the actual bearing of the sun; but with the actual bearing we are not now concerned.

(1) Set watch to local apparent time approximately. (2) Pick out from the azimuth tables as expained above, bearing of the sun at twenty minute intervals. Using cross section paper, taking ordinates as times and abscissae as degrees unnumbered as yet, draw in the curve ABC. (see Fig. A) (3) Head the ship North. Using the azimuth circle, take a very accurate bearing of the sun. Put the helm over and swing to South. Plot

point X, with the date, close to the change-of-bearing curve. (4) Steady on South. Take a bearing of the sun again. Plot this as point Y. Draw XX′ parallel to ABC. X′, therefore, represents the sun's bearing if headed on North at 2nd instant. Draw a curve parallel to ABC and through the point Z, which is halfway between Y and X′. (5) Using watch and curve, raise and lower athwartship magnets until the sun bears as it should. Then there will be no deviation, and South by compass will be correct south. (6) Correct on East and West, and then on any adjacent intercardinal points in the same manner.

§ 2. 2nd method.

Swing ship round, and take bearing of a distant terrestrial object or heavenly body. From the above bearings observed, one can know the magnetic bearing of the distant object, or the heavenly body at the one time (see Fig. B), from which the deviations and coefficients are obtained. With the ship's head kept on cardinal points and intercardinal points coeffecients B, C and D may be taken out when the deviation on each point is less than 20°.

(1) Head ship North or South by compass and compensate the deviation due to coefficient C with athwartship magnets.

(2) Head ship East or West by compass and compensate the deviation due to coefficient B with fore and aft magnets.

(3) Head ship any intercardinal point, and compensate with iron spheres.

In either 1st or 2nd method, the compensation for the deviation due to coefficient D may be practised at any time and at any ship's head by using the table showing the distance between compass card and sphere to be fixed. While compensating, an additional compass may be used to keep course.

(Ⅱ)

To Correct Compasses- No Instrument Except Azimuth Circle (or Azimuth Mirror). No Tables of Information of Any Kind.

Steady ship on one course; note bearing of the sun, and again about ten minutes later, from these two bearings one can tell whether bearing is increasing or decreasing, and approximate rate. By knowing the approximate rate, a curve of change of bearing of the sun may be assumed in the same manner as 1st method explained above, and then the compensation will be determined. To make the curve more accurate, take some additional actual bearings at time intervals on one course. Plot the changes of bearings on cross-section paper, taking ordinates as minutes, and abscissæ as degrees. Through the mean of these points, draw a line, which substitutes a curve so long as the time elapsed is short. This line represents the rate of change of bearing of the sun. (see Fig. C)

In the above explained methods, one must not forget to halve errors found on any uncompensated cardinal points or intercardinal points; by so doing the errors caused by overcorrection will be eliminated, and at last, swing ship round for residual deviations.

(Ⅲ) Flinder's bar correction.

Flinder's bar corrections are best made after the compass has been compensated on

the magnetic equator and the additional deviation found on a change of latitude is taken out by using the bar. The compensation may also be made from observations of the error in some other latitude than the one compensated in, even though the compensation was not made at the magnetic equator. The above procedure is omitted here.

NOTES:

The above methods are certainly simple, easily taught, form a practical method of compass correction, and eliminate the difficulties ordinarilly met with in this work.

In most vessels, the correction work of the compass is wholly left to the compass adjustor. The writer recommends that the ship officers attend to this work and compensate deviation by themselves.

1 緒 言

磁氣羅針儀の自差修正法は大別すると次の方法がある。即ち

(1) 方位測定を主とする自差修正法

(2) 磁場測定を主とする自差修正法、即ち偏針儀（Deflector）に依る自差修正法

(3) 方位測定並びに磁場測定を主とする自差修正法

然し、一般に用いられるものは(1)と(2)の方法である。(1)の方法は普通の場合基準となる方法で(2)は(1)を用いることの出來ない場合等に用いられる補助的方法である。(1)の方法に依る場合は天體觀測に依るか、或いは地上目標の方位觀測に依るのであるが、原則として何れも船首を定む點において觀點の磁針路に保つ必要があり、(2)の方法に依る場合は偏針儀の操作に可成習熟することを要する。以上の點を考慮して、船首を羅針路に保つた儘而も簡易な修正方法を試みようとするものである。

2 方位測定を主とする簡易法

§1. 第1法

この方法に依る場合係數Aは一般に微少値にして、亦係數Bも羅針儀が船首尾線中に在る場合は、殆ど考慮を要しない程度の微少値であるから、何れも之を零と見做して修正後殘存自差を測定して自差表を作成して置くものとする。

修 正 法:-

概略な地方視時、緯度（精度は度迄）に依り時長方位角表を用いて毎20分毎に太陽の方位の變化を求める。而る時は太陽の方位の曲線を方眼紙に記入出來る。時長方位角表に於ては時間に於ける1, 2分の誤差、緯度に於ける1度の誤差、日付に於ける1日位の誤差は實際には太陽の方位の變化の割合には影響よない。勿論誤差があれば太陽の方位に變化のあるのは當然であるが、考慮を要しない程度である。

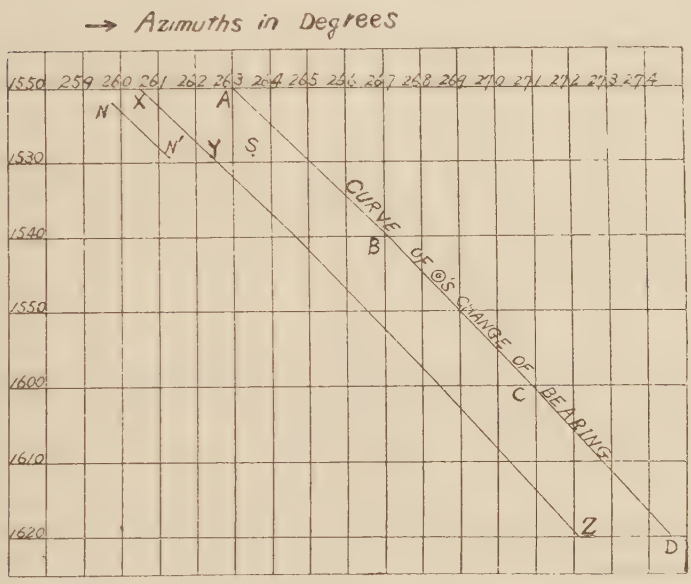
【例】 4月28日午後3時頃、緯度41°47′N、經度140°43′E（函館）の地點に於て自差を修正せよ。

1. 時計を概略な地方視時に合せる。
2. 緯度42度、日付は4月28日を用いて20分毎に太陽の方位を求む。

Table 1

時　間	太陽の方位	20分に對する方位の變化
1520	170.7	—
1540	103.6	4.1
1600	99.8	3.8
1620	96.1	3.7

Fig. A. Curve for Compass Correction.



方眼紙を用い縦軸に時間を取り、横軸に度數を取り方位の變化を記しA圖に示す如く曲線 ABC を畫く。

3. 船首を North（羅針方位以下倣之）に保ち方位環（或いは方位鏡）を用いて、太陽の精確な方位を取る。15時22分259¾（磁針方位以下倣之）にして之をN點に記入する。
4. 次に舵を取り船首を South に保つ。

太陽の方位は15時29分に263½にして之をS點に記入する。NN′を ABC に平行に引く。從つてN′は15時29分に船首をNorthに向けた場合の太陽の方位を表はす。

ABC に平行にしてN′とSの中間のY點を通る曲線 XYZ を引く。

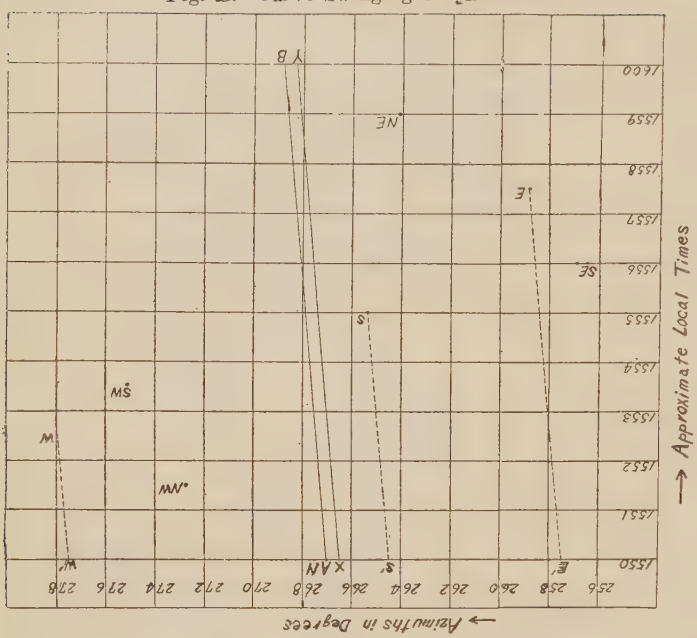
5. 時計と曲線XYZを用い、船首を South に保つた儘、太陽が正しくその方位になる迄橫置磁鉾を上下する。而らば自差は無くなり羅針儀に依る South は正しい South となる。
6. 同樣に East と NE に於て修正する。
7. 船首を North に向け方位を取り、若しその方位が曲線 XYZ に依り與えられた方位と異れば差つ半分は South に於て修正過ぎに因るものであるから、差が½になる迄橫置磁鉾を上下して修正す可きである。
8. 他つ方位の場合も同樣自差つ檢正を行い、後述第2法B圖に倣い靜かに船を旋回して、遠方地上物標又は天體に依り殘存自差の測定を行う。

§2. 第2法

この方法は自差の實用係數を算出して修正する方法である。先づ自差を算出するには遠標方位法に依るか、又は同じく船を旋回して天體の羅針方位を測定する方法がある。

今天體觀測に依る方法に就いて述べると、B圖に示す方法に依れば便利と考える。即ち前例に倣いA圖より1500より1600迄つ太陽方位の變化は1°¼なることがわかるを以つて方位の變化を表わす直線 AB（精確には曲線であるが短時間である爲直線で代用する）を引く。船首を East に向け、次いで船を左に旋回して船首が North を過ぎるとき方位と時間を測り15時15分に267½として N點

Fig. B. Curve Swinging for Deviations



を記入する。次に4點毎に方位を取り NW, W, SW, S, SE, E, NE の各點を記入する。

W, S, E の各點を通り AB に平行線を引き W′, S′, E′ を求め、更に N, E′, S′, W′ の平均から X 點を求め、X を通り XY を AB に平行に引く。記入した各方位の點とこの直線との差は自差である。B圖より自差を求めると第2表の加くである。

以上より係數を求めると

A＝＋0°15′

B＝－10°

C＝＋1°30′

D＝＋2°15′　　E＝－0°45′

Table 2

Ship's Head	Deviation
N	1°E
NE	4°W
E	9°W
SE	11°W
S	2°W
SW	8°E
W	11°E
NW	6°E

船首を羅針路 North に保ち、(要すれば補功用羅針盤を用う) 修正用横置磁鉾を用い赤の極を右舷にして、船首が羅針路 N1°30′W を指す迄修正する。而るときは C＝＋1°30′ が修正されたことになり A－E＝－30′ が修正されないで殘されたことになる。次いで靜かに舵を取り、船首を羅針路 East に保ち、修正用磁鉾を用いて赤の極を船尾に向け船首が羅針路 E10° N を向く迄修正する。而るときは B＝－10° が修正されたことになり A＋E＝＋55′ が修正されないで殘されたことになる。以上で半圓差の修正を終る。象限差の修正は係數 D の量が判つてゐるのであるから、ケルビン式羅針儀に於ては次の第3表の値を用いて時と場所に關係なく軟鐵球を用いて修正することが出來る。

第3表に依らない場合は船首を羅針方位に依る四隅點の一つに保ち、例えば船首を SE に保ち修正具を內側に移動して船首が SE 2°15′E を向く迄修正する。

以上を以つて修正を終るわけであるが、第1法及び第2法を理解するには自差の理論公式と實用公式の關係を知る必要がある。

自差の公式は

$$\sin\delta = A_0 \cos\delta + B_0 \sin\theta + C_0 \cos\theta + D_0 \sin(2\theta+\delta) + E_0 \cos(2\theta+\delta)$$

(δ：自差、A_0, B_0, C_0, D_0, E_0：精係數、θ：羅針路)

上式は大體に於て羅針路 θ の項で表わしてゐる。殊に D_0 及び E_0 は實際上余り大きくないのである。若し自差が 20° 以下のときは大體に於て

$$\delta = A + B \sin\theta + C \cos\theta + D \sin 2\theta + E \cos 2\theta$$

(A, B, C, D, E：略係數)

Table 3

修正すべき係数 D の値	羅針儀の中心より軟鐵球の内端迄の距離								修正すべき係数 D の値
	5.5吋球	6吋球	6½吋球	7吋球	7½吋球	8吋球	8½吋球	10吋球	
	吋	吋	吋	吋	吋	吋	吋	吋	
1°	12.54	13.68	14.82	15.96	17.10	18.24	19.38	22.80	1°
1½	10.61	11.58	12.51	13.51	14.47	15.44	16.40	19.30	1½
2	9.39	10.23	11.09	11.94	12.80	13.65	14.50	17.06	2
2½	8.51	9.29	10.06	10.84	11.61	12.38	13.16	15.48	2½
3	7.85	8.57	9.28	9.99	10.71	11.42	12.14	14.28	3
3½	7.33	7.99	8.66	9.32	9.99	10.65	11.32	13.32	3½
4	6.88	7.51	8.14	8.76	9.39	10.02	10.64	12.52	4
4½	6.51	7.10	7.70	8.29	8.88	9.47	10.06	11.84	4½
5	6.20	6.77	7.33	7.90	8.46	9.00	9.57	11.28	5
5½	5.92	6.46	7.00	7.53	8.07	8.62	9.15	10.77	5½
6	5.67	6.18	6.70	7.21	7.73	8.24	8.76	10.31	6
6½	5.44	5.94	6.44	6.93	7.42	7.92	8.41	9.90	6½
7	5.25	5.72	6.20	6.68	7.15	7.63	8.11	9.54	7
7½	5.06	5.51	5.97	6.43	6.90	7.35	7.81	9.19	7½
8	4.91	5.35	5.80	6.24	6.69	7.14	7.58	8.92	8
8½	4.75	5.18	5.62	6.05	6.48	6.91	7.34	8.64	8½
9	4.61	5.03	5.45	5.87	6.29	6.71	7.13	8.39	9
9½	4.48	4.88	5.29	5.70	6.10	6.51	6.92	8.14	9½
10	4.36	4.76	5.15	5.55	5.95	6.34	6.74	7.93	10
10½	4.25	4.63	5.02	5.40	5.79	6.18	6.56	7.72	10½
11	4.13	4.51	4.88	5.20	5.63	6.01	6.38	7.51	11
11½	4.04	4.41	4.78	5.14	5.51	5.88	6.25	7.35	11½
12	3.94	4.30	4.66	5.02	5.38	5.74	6.09	7.17	12

とすることが出來る。即ち自差の實用公式である。

A, B, C, D, E を度數で表わせば δ も度數で表わされる。第1法の場合

$\theta = 0°$ とすれば、$\delta_0 = A + C - E$

$\theta = 180°$ とすれば、$\delta_\pi = A - C - E$

$$\frac{\delta_0 + \delta_\pi}{2} = A - E \quad \text{---------- (1)}$$

$\theta = 90°$ とすれば、$\delta_{\pi/2} = A - B + E$

$\theta = 270°$ とすれば、$\delta_{3\pi/2} = A + B + E$

$$\frac{\delta_{\pi/2} + \delta_{3\pi/2}}{2} = A + E \quad \text{---------- (2)}$$

船首 North, South, East, West に於て B, C は修正され零となる。從つて

$\delta = A + D \sin 2\theta + E \cos 2\theta$ となる。

$\delta = 45°$ とすれば、$\delta_{\pi/4} = A + D$ ---------- (3)

$\delta = 135°$ とすれば、$\delta_{3\pi/4} = A - D$ ---------- (4)

$\delta = 225°$ とすれば、$\delta_{5\pi/4} = A + D$ ---------- (5)

$\delta = 315°$ とすれば、$\delta_{7\pi/4} = A - D$ ---------- (6)

上式で判る様にDの修正には(3)と(4), (3)と(6), (4)と(5), 或いは5)と(6)を組合はせればよい。

第2法に於て

$\theta = 0°$ とすれば、 $\delta_0 = A + C - E$ ---------- (7)

$\theta = 90°$ とすれば、 $\delta_{\pi/2} = A - B + E$ ---------- (8)

$\theta = 0°$, 即ち羅針路 North に於て現われる自差は A+C−E となる。横置磁鉾を以つて C を修正する。

$\theta = 90°$, 即ち羅針路 East に於て現われる自差は A−B+E となる。縦置磁鉾を以つて B を修正する。North に於て C, East に於て B が修正されれば(2)式は

$\delta = A + D \sin 2\theta + E \cos 2\theta$ となる。

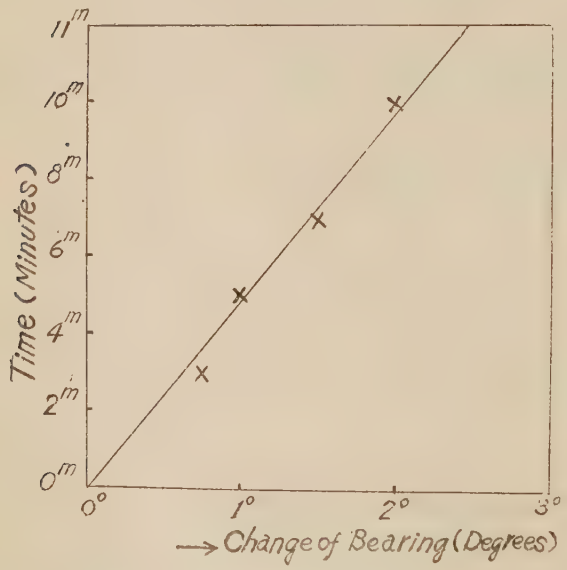
$\theta = 135°$ とすれば $\delta_{3\pi/4} = A - D$ 即ち羅針路 SE に於て表われる自差は A−D で、象限差修正具を以つてDを修正する。

3　時辰方位角表を使用しない修正法

船を一定針路に保ち、太陽の方位を測り、約10分の後再び方位を測れば之等二つの方位から方位が増してゐるか、或は減じてゐるかを知ることが出來る。又大體の方位の變化の割合を知ることが出來る。この場合毎10分に大體1°～2°變化することが分る。

これをより精確に知るには 2～4 分の間隔を置いて幾つかの太陽の羅針方位を精確に測り、方眼紙に簡單に時間に對する方位の變化を現わす點を記入し、之等の點を連ねて見ればC圖に示す如く太陽の方位の變化を表わす直線となる。

Fig. C.　Line of Rate of Sun's change of Bearing.



若し一直線とならざる場合はそれらの點に對する平均直線を畫く。以上の方法に依れば時辰方位角表を用いずして方位の變化の割合を知ることが出來る。今毎5分間に對し方位の變化を1°とする。

修正の順序:-

船首を North（羅針方位以下做之）に向けて太陽の方位を求め例えば270°とする。次に South に向け 2, 3 分間針路を保つてから太陽の方位を測る。例えば 276° とする。兩方位の間の時間を例えば5分間とすればこの時間の間に太陽は事實方位 1° の變化を爲す。最初船首 North に於て測つた時に船首を South に向けたと假定すれば太陽の羅針方法は 275° になることになる。その瞬間に於ける North と South の方位の平均は 272°½ になる。5分の後に船首を South に向けた時に方位の平均は 273°½ になる。その瞬間に於ける船首 South に於ける觀測方位は 276° であつたのであるから船首 South に於て修正さるき自差は 2°½W となる。修正するには太陽の方位が 273°½ から 274° になる迄赤の極を右舷にして横置磁鉾を上下する。而る時は

Lunn における自差に於くなる。修正すべき針の時間を表するには $2T_1$ は $2T_2$ より $2T$ だけ長くなる場にして長つた針に移ることゝし、若し一方向だけでは分るのは次に船首を East と West に向け、同じく長く保つて自差を求め、自差曲線を描いて修正する。次に船首を NW, NW 間いに任意に向けそれぞれ同様に行ひ、同様にして自差曲線を描いて自差を修正する。NW 間からは NE に於ては自差は偏東である（一般に東に於ては +D が現れる）。若し偏西であれば修正適切でありこれと反対方向に動いてゐない。NW と NE には自差は偏西であり偏東であれば修正適切でありこれと反対に動せばよい。以上の場合に於ても修正を終つたならば自差の曲線を得て修正後の自差を測定して置くものとする。

4　Flinders bar に依る修正法

（1）船首方位による修正

（2）磁差による修正

（3）時間による修正

（4）Flinders bar による修正

（5）Flinders bar による修正

（6）Flinders bar による修正

（7）Flinders bar による修正

（8）Flinders bar による修正

（9）Flinders bar による修正

（10）Flinders bar による修正

（11）Flinders bar による修正

（12）Flinders bar による修正

（13）Flinders bar による修正

（14）Flinders bar による修正

（15）Flinders bar による修正

（16）Flinders bar による修正

（17）Flinders bar による修正

（18）Flinders bar による修正

（19）Flinders bar による修正

（20）Flinders bar による修正

（21）Flinders bar による修正

（22）Flinders bar による修正

（23）Flinders bar による修正

（24）Flinders bar による修正

（25）Flinders bar による修正

（26）Flinders bar による修正

（27）Flinders bar による修正

（28）Flinders bar による修正

（29）Flinders bar による修正

（30）Flinders bar による修正

（31）Flinders bar による修正

（32）Flinders bar による修正

（33）Flinders bar による修正

（34）Flinders bar による修正

（35）Flinders bar による修正

（36）Flinders bar による修正

（37）Flinders bar による修正

（38）Flinders bar による修正

（39）Flinders bar による修正

（40）Flinders bar による修正

（41）Flinders bar による修正

（42）Flinders bar による修正

（43）Flinders bar による修正

（44）Flinders bar による修正

（45）Flinders bar による修正

（46）Flinders bar による修正

（47）Flinders bar による修正

（48）Flinders bar による修正

（49）Flinders bar による修正

（50）Flinders bar による修正

（51）Flinders bar による修正

（52）Flinders bar による修正

（53）Flinders bar による修正

（54）Flinders bar による修正

（55）Flinders bar による修正

（56）Flinders bar による修正

（57）Flinders bar による修正

（58）Flinders bar による修正

（59）Flinders bar による修正

（60）Flinders bar による修正

（61）Flinders bar による修正

（62）Flinders bar による修正

（63）Flinders bar による修正

（64）Flinders bar による修正

（65）Flinders bar による修正

（66）Flinders bar による修正

（67）Flinders bar による修正

（68）Flinders bar による修正

（69）Flinders bar による修正

（70）Flinders bar による修正

（71）Flinders bar による修正

（72）Flinders bar による修正

（73）Flinders bar による修正

（74）Flinders bar による修正

（75）Flinders bar による修正

（76）Flinders bar による修正

（77）Flinders bar による修正

（78）Flinders bar による修正

（79）Flinders bar による修正

（80）Flinders bar による修正

（81）Flinders bar による修正

（82）Flinders bar による修正

（83）Flinders bar による修正

（84）Flinders bar による修正

（85）Flinders bar による修正

（86）Flinders bar による修正

（87）Flinders bar による修正

（88）Flinders bar による修正

（89）Flinders bar による修正

（90）Flinders bar による修正

（91）Flinders bar による修正

（92）Flinders bar による修正

（93）Flinders bar による修正

（94）Flinders bar による修正

（95）Flinders bar による修正

（96）Flinders bar による修正

（97）Flinders bar による修正

（98）Flinders bar による修正

（99）Flinders bar による修正

（100）Flinders bar による修正

（101）Flinders bar による修正

（102）Flinders bar による修正

（103）Flinders bar による修正

（104）Flinders bar による修正

（105）Flinders bar による修正

（106）Flinders bar による修正

（107）Flinders bar による修正

（108）Flinders bar による修正

（109）Flinders bar による修正

（110）Flinders bar による修正

（111）Flinders bar による修正

（112）Flinders bar による修正

（113）Flinders bar による修正

（114）Flinders bar による修正

（115）Flinders bar による修正

（116）Flinders bar による修正

（117）Flinders bar による修正

（118）Flinders bar による修正

（119）Flinders bar による修正

（120）Flinders bar による修正

（121）Flinders bar による修正

（122）Flinders bar による修正

（123）Flinders bar による修正

（124）Flinders bar による修正

（125）Flinders bar による修正

（126）Flinders bar による修正

（127）Flinders bar による修正

（128）Flinders bar による修正

（129）Flinders bar による修正

（130）Flinders bar による修正

（131）Flinders bar による修正

（132）Flinders bar による修正

（133）Flinders bar による修正

（134）Flinders bar による修正

（135）Flinders bar による修正

（136）Flinders bar による修正

（137）Flinders bar による修正

（138）Flinders bar による修正

（139）Flinders bar による修正

（140）Flinders bar による修正

（141）Flinders bar による修正

（142）Flinders bar による修正

（143）Flinders bar による修正

（144）Flinders bar による修正

（145）Flinders bar による修正

（146）Flinders bar による修正

（147）Flinders bar による修正

（148）Flinders bar による修正

（149）Flinders bar による修正

（150）Flinders bar による修正

（151）Flinders bar による修正

（152）Flinders bar による修正

（153）Flinders bar による修正

（154）Flinders bar による修正

（155）Flinders bar による修正

（156）Flinders bar による修正

（157）Flinders bar による修正

（158）Flinders bar による修正

（159）Flinders bar による修正

（160）Flinders bar による修正

（161）Flinders bar による修正

（162）Flinders bar による修正

（163）Flinders bar による修正

（164）Flinders bar による修正

（165）Flinders bar による修正

（166）Flinders bar による修正

（167）Flinders bar による修正

（168）Flinders bar による修正

（169）Flinders bar による修正

（170）Flinders bar による修正

（171）Flinders bar による修正

（172）Flinders bar による修正

（173）Flinders bar による修正

（174）Flinders bar による修正

（175）Flinders bar による修正

（176）Flinders bar による修正

（177）Flinders bar による修正

（178）Flinders bar による修正

（179）Flinders bar による修正

（180）Flinders bar による修正

（181）Flinders bar による修正

（182）Flinders bar による修正

（183）Flinders bar による修正

（184）Flinders bar による修正

（185）Flinders bar による修正

（186）Flinders bar による修正

（187）Flinders bar による修正

（188）Flinders bar による修正

（189）Flinders bar による修正

（190）Flinders bar による修正

（191）Flinders bar による修正

（192）Flinders bar による修正

（193）Flinders bar による修正

（194）Flinders bar による修正

（195）Flinders bar による修正

（196）Flinders bar による修正

（197）Flinders bar による修正

（198）Flinders bar による修正

（199）Flinders bar による修正

（200）Flinders bar による修正

（201）Flinders bar による修正

（202）Flinders bar による修正

（203）Flinders bar による修正

（204）Flinders bar による修正

（205）Flinders bar による修正

（206）Flinders bar による修正

（207）Flinders bar による修正

（208）Flinders bar による修正

（209）Flinders bar による修正

（210）Flinders bar による修正

（211）Flinders bar による修正

（212）Flinders bar による修正

（213）Flinders bar による修正

（214）Flinders bar による修正

（215）Flinders bar による修正

（216）Flinders bar による修正

（217）Flinders bar による修正

（218）Flinders bar による修正

（219）Flinders bar による修正

（220）Flinders bar による修正

（221）Flinders bar による修正

（222）Flinders bar による修正

（223）Flinders bar による修正

（224）Flinders bar による修正

（225）Flinders bar による修正

（226）Flinders bar による修正

（227）Flinders bar による修正

（228）Flinders bar による修正

（229）Flinders bar による修正

（230）Flinders bar による修正

（231）Flinders bar による修正

（232）Flinders bar による修正

（233）Flinders bar による修正

（234）Flinders bar による修正

（235）Flinders bar による修正

（236）Flinders bar による修正

（237）Flinders bar による修正

（238）Flinders bar による修正

（239）Flinders bar による修正

（240）Flinders bar による修正

（241）Flinders bar による修正

（242）Flinders bar による修正

（243）Flinders bar による修正

（244）Flinders bar による修正

（245）Flinders bar による修正

（246）Flinders bar による修正

（247）Flinders bar による修正

（248）Flinders bar による修正

（249）Flinders bar による修正

（250）Flinders bar による修正

（251）Flinders bar による修正

（252）Flinders bar による修正

（253）Flinders bar による修正

（254）Flinders bar による修正

（255）Flinders bar による修正

（256）Flinders bar による修正

（257）Flinders bar による修正

（258）Flinders bar による修正

（259）Flinders bar による修正

（260）Flinders bar による修正

（261）Flinders bar による修正

（262）Flinders bar による修正

（263）Flinders bar による修正

（264）Flinders bar による修正

（265）Flinders bar による修正

（266）Flinders bar による修正

（267）Flinders bar による修正

（268）Flinders bar による修正

（269）Flinders bar による修正

（270）Flinders bar による修正

（271）Flinders bar による修正

（272）Flinders bar による修正

（273）Flinders bar による修正

（274）Flinders bar による修正

（275）Flinders bar による修正

（276）Flinders bar による修正

（277）Flinders bar による修正

（278）Flinders bar による修正

（279）Flinders bar による修正

（280）Flinders bar による修正

（281）Flinders bar による修正

（282）Flinders bar による修正

（283）Flinders bar による修正

（284）Flinders bar による修正

（285）Flinders bar による修正

（286）Flinders bar による修正

（287）Flinders bar による修正

（288）Flinders bar による修正

（289）Flinders bar による修正

（290）Flinders bar による修正

（291）Flinders bar による修正

（292）Flinders bar による修正

（293）Flinders bar による修正

（294）Flinders bar による修正

（295）Flinders bar による修正

（296）Flinders bar による修正

（297）Flinders bar による修正

（298）Flinders bar による修正

（299）Flinders bar による修正

（300）Flinders bar による修正

（301）Flinders bar による修正

（302）Flinders bar による修正

（303）Flinders bar による修正

（304）Flinders bar による修正

（305）Flinders bar による修正

（306）Flinders bar による修正

（307）Flinders bar による修正

（308）Flinders bar による修正

（309）Flinders bar による修正

（310）Flinders bar による修正

（311）Flinders bar による修正

（312）Flinders bar による修正

（313）Flinders bar による修正

（314）Flinders bar による修正

（315）Flinders bar による修正

（316）Flinders bar による修正

（317）Flinders bar による修正

（318）Flinders bar による修正

（319）Flinders bar による修正

（320）Flinders bar による修正

（321）Flinders bar による修正

（322）Flinders bar による修正

（323）Flinders bar による修正

（324）Flinders bar による修正

（325）Flinders bar による修正

（326）Flinders bar による修正

（327）Flinders bar による修正

（328）Flinders bar による修正

（329）Flinders bar による修正

（330）Flinders bar による修正

（331）Flinders bar による修正

（332）Flinders bar による修正

（333）Flinders bar による修正

（334）Flinders bar による修正

（335）Flinders bar による修正

（336）Flinders bar による修正

（337）Flinders bar による修正

（338）Flinders bar による修正

（339）Flinders bar による修正

（340）Flinders bar による修正

（341）Flinders bar による修正

（342）Flinders bar による修正

（343）Flinders bar による修正

（344）Flinders bar による修正

（345）Flinders bar による修正

（346）Flinders bar による修正

（347）Flinders bar による修正

（348）Flinders bar による修正

（349）Flinders bar による修正

（350）Flinders bar による修正

（351）Flinders bar による修正

（352）Flinders bar による修正

（353）Flinders bar による修正

（354）Flinders bar による修正

（355）Flinders bar による修正

（356）Flinders bar による修正

（357）Flinders bar による修正

（358）Flinders bar による修正

（359）Flinders bar による修正

（360）Flinders bar による修正

（361）Flinders bar による修正

（362）Flinders bar による修正

（363）Flinders bar による修正

（364）Flinders bar による修正

（365）Flinders bar による修正

（366）Flinders bar による修正

（367）Flinders bar による修正

（368）Flinders bar による修正

（369）Flinders bar による修正

（370）Flinders bar による修正

（371）Flinders bar による修正

（372）Flinders bar による修正

（373）Flinders bar による修正

（374）Flinders bar による修正

（375）Flinders bar による修正

（376）Flinders bar による修正

（377）Flinders bar による修正

（378）Flinders bar による修正

（379）Flinders bar による修正

（380）Flinders bar による修正

（381）Flinders bar による修正

（382）Flinders bar による修正

（383）Flinders bar による修正

（384）Flinders bar による修正

（385）Flinders bar による修正

（386）Flinders bar による修正

（387）Flinders bar による修正

（388）Flinders bar による修正

（389）Flinders bar による修正

（390）Flinders bar による修正

（391）Flinders bar による修正

（392）Flinders bar による修正

（393）Flinders bar による修正

（394）Flinders bar による修正

（395）Flinders bar による修正

（396）Flinders bar による修正

（397）Flinders bar による修正

（398）Flinders bar による修正

（399）Flinders bar による修正

（400）Flinders bar による修正

（401）Flinders bar による修正

（402）Flinders bar による修正

（403）Flinders bar による修正

（404）Flinders bar による修正

（405）Flinders bar による修正

（406）Flinders bar による修正

（407）Flinders bar による修正

（408）Flinders bar による修正

（409）Flinders bar による修正

（410）Flinders bar による修正

（411）Flinders bar による修正

（412）Flinders bar による修正

（413）Flinders bar による修正

（414）Flinders bar による修正

（415）Flinders bar による修正

（416）Flinders bar による修正

（417）Flinders bar による修正

（418）Flinders bar による修正

（419）Flinders bar による修正

（420）Flinders bar による修正

（421）Flinders bar による修正

（422）Flinders bar による修正

（423）Flinders bar による修正

（424）Flinders bar による修正

（425）Flinders bar による修正

（426）Flinders bar による修正

（427）Flinders bar による修正

（428）Flinders bar による修正

（429）Flinders bar による修正

（430）Flinders bar による修正

（431）Flinders bar による修正

（432）Flinders bar による修正

（433）Flinders bar による修正

（434）Flinders bar による修正

（435）Flinders bar による修正

（436）Flinders bar による修正

（437）Flinders bar による修正

（438）Flinders bar による修正

（439）Flinders bar による修正

（440）Flinders bar による修正

（441）Flinders bar による修正

（442）Flinders bar による修正

（443）Flinders bar による修正

（444）Flinders bar による修正

（445）Flinders bar による修正

（446）Flinders bar による修正

（447）Flinders bar による修正

（448）Flinders bar による修正

（449）Flinders bar による修正

（450）Flinders bar による修正

（451）Flinders bar による修正

（452）Flinders bar による修正

（453）Flinders bar による修正

（454）Flinders bar による修正

（455）Flinders bar による修正

（456）Flinders bar による修正

（457）Flinders bar による修正

（458）Flinders bar による修正

（459）Flinders bar による修正

（460）Flinders bar による修正

（461）Flinders bar による修正

（462）Flinders bar による修正

（463）Flinders bar による修正

（464）Flinders bar による修正

（465）Flinders bar による修正

（466）Flinders bar による修正

（467）Flinders bar による修正

（468）Flinders bar による修正

（469）Flinders bar による修正

（470）Flinders bar による修正

（471）Flinders bar による修正

（472）Flinders bar による修正

（473）Flinders bar による修正

（474）Flinders bar による修正

（475）Flinders bar による修正

（476）Flinders bar による修正

（477）Flinders bar による修正

（478）Flinders bar による修正

（479）Flinders bar による修正

（480）Flinders bar による修正

（481）Flinders bar による修正

（482）Flinders bar による修正

（483）Flinders bar による修正

（484）Flinders bar による修正

（485）Flinders bar による修正

（486）Flinders bar による修正

（487）Flinders bar による修正

（488）Flinders bar による修正

（489）Flinders bar による修正

（490）Flinders bar による修正

（491）Flinders bar による修正

（492）Flinders bar による修正

（493）Flinders bar による修正

（494）Flinders bar による修正

（495）Flinders bar による修正

（496）Flinders bar による修正

（497）Flinders bar による修正

（498）Flinders bar による修正

（499）Flinders bar による修正

（500）Flinders bar による修正

（501）Flinders bar による修正

（502）Flinders bar による修正

（503）Flinders bar による修正

（504）Flinders bar による修正

（505）Flinders bar による修正

（506）Flinders bar による修正

（507）Flinders bar による修正

（508）Flinders bar による修正

（509）Flinders bar による修正

（510）Flinders bar による修正

（511）Flinders bar による修正

（512）Flinders bar による修正

（513）Flinders bar による修正

（514）Flinders bar による修正

（515）Flinders bar による修正

（516）Flinders bar による修正

（517）Flinders bar による修正

（518）Flinders bar による修正

（519）Flinders bar による修正

（520）Flinders bar による修正

（521）Flinders bar による修正

（522）Flinders bar による修正

（523）Flinders bar による修正

（524）Flinders bar による修正

（525）Flinders bar による修正

（526）Flinders bar による修正

（527）Flinders bar による修正

（528）Flinders bar による修正

（529）Flinders bar による修正

（530）Flinders bar による修正

（531）Flinders bar による修正

（532）Flinders bar による修正

（533）Flinders bar による修正

（534）Flinders bar による修正

（535）Flinders bar による修正

（536）Flinders bar による修正

（537）Flinders bar による修正

（538）Flinders bar による修正

（539）Flinders bar による修正

（540）Flinders bar による修正

（541）Flinders bar による修正

（542）Flinders bar による修正

（543）Flinders bar による修正

（544）Flinders bar による修正

（545）Flinders bar による修正

（546）Flinders bar による修正

（547）Flinders bar による修正

（548）Flinders bar による修正

（549）Flinders bar による修正

（550）Flinders bar による修正

（551）Flinders bar による修正

（552）Flinders bar による修正

（553）Flinders bar による修正

（554）Flinders bar による修正

（555）Flinders bar による修正

（556）Flinders bar による修正

（557）Flinders bar による修正

（558）Flinders bar による修正

（559）Flinders bar による修正

（560）Flinders bar による修正

（561）Flinders bar による修正

（562）Flinders bar による修正

（563）Flinders bar による修正

（564）Flinders bar による修正

（565）Flinders bar による修正

（566）Flinders bar による修正

（567）Flinders bar による修正

（568）Flinders bar による修正

（569）Flinders bar による修正

（570）Flinders bar による修正

（571）Flinders bar による修正

（572）Flinders bar による修正

（573）Flinders bar による修正

（574）Flinders bar による修正

（575）Flinders bar による修正

（576）Flinders bar による修正

（577）Flinders bar による修正

（578）Flinders bar による修正

（579）Flinders bar による修正

（580）Flinders bar による修正

（581）Flinders bar による修正

（582）Flinders bar による修正

（583）Flinders bar による修正

（584）Flinders bar による修正

（585）Flinders bar による修正

（586）Flinders bar による修正

（587）Flinders bar による修正

（588）Flinders bar による修正

（589）Flinders bar による修正

（590）Flinders bar による修正

（591）Flinders bar による修正

（592）Flinders bar による修正

（593）Flinders bar による修正

（594）Flinders bar による修正

（595）Flinders bar による修正

（596）Flinders bar による修正

（597）Flinders bar による修正

（598）Flinders bar による修正

（599）Flinders bar による修正

（600）Flinders bar による修正

（601）Flinders bar による修正

（602）Flinders bar による修正

（603）Flinders bar による修正

（604）Flinders bar による修正

（605）Flinders bar による修正

（606）Flinders bar による修正

（607）Flinders bar による修正

（608）Flinders bar による修正

（609）Flinders bar による修正

（610）Flinders bar による修正

（611）Flinders bar による修正

（612）Flinders bar による修正

（613）Flinders bar による修正

（614）Flinders bar による修正

（615）Flinders bar による修正

（616）Flinders bar による修正

（617）Flinders bar による修正

（618）Flinders bar による修正

（619）Flinders bar による修正

（620）Flinders bar による修正

（621）Flinders bar による修正

（622）Flinders bar による修正

（623）Flinders bar による修正

（624）Flinders bar による修正

（625）Flinders bar による修正

（626）Flinders bar による修正

（627）Flinders bar による修正

（628）Flinders bar による修正

（629）Flinders bar による修正

（630）Flinders bar による修正

（631）Flinders bar による修正

（632）Flinders bar による修正

（633）Flinders bar による修正

（634）Flinders bar による修正

（635）Flinders bar による修正

（636）Flinders bar による修正

（637）Flinders bar による修正

（638）Flinders bar による修正

（639）Flinders bar による修正

（640）Flinders bar による修正

（641）Flinders bar による修正

（642）Flinders bar による修正

（643）Flinders bar による修正

（644）Flinders bar による修正

（645）Flinders bar による修正

（646）Flinders bar による修正

（647）Flinders bar による修正

（648）Flinders bar による修正

（649）Flinders bar による修正

（650）Flinders bar による修正

（651）Flinders bar による修正

（652）Flinders bar による修正

（653）Flinders bar による修正

（654）Flinders bar による修正

（655）Flinders bar による修正

（656）Flinders bar による修正

（657）Flinders bar による修正

（658）Flinders bar による修正

（659）Flinders bar による修正

（660）Flinders bar による修正

（661）Flinders bar による修正

（662）Flinders bar による修正

（663）Flinders bar による修正

（664）Flinders bar による修正

（665）Flinders bar による修正

（666）Flinders bar による修正

（667）Flinders bar による修正

（668）Flinders bar による修正

（669）Flinders bar による修正

（670）Flinders bar による修正

（671）Flinders bar による修正

（672）Flinders bar による修正

（673）Flinders bar による修正

（674）Flinders bar による修正

（675）Flinders bar による修正

（676）Flinders bar による修正

（677）Flinders bar による修正

（678）Flinders bar による修正

（679）Flinders bar による修正

（680）Flinders bar による修正

（681）Flinders bar による修正

（682）Flinders bar による修正

（683）Flinders bar による修正

（684）Flinders bar による修正

（685）Flinders bar による修正

（686）Flinders bar による修正

（687）Flinders bar による修正

（688）Flinders bar による修正

（689）Flinders bar による修正

（690）Flinders bar による修正

（691）Flinders bar による修正

（692）Flinders bar による修正

（693）Flinders bar による修正

（694）Flinders bar による修正

（695）Flinders bar による修正

（696）Flinders bar による修正

（697）Flinders bar による修正

（698）Flinders bar による修正

（699）Flinders bar による修正

（700）Flinders bar による修正

（701）Flinders bar による修正

（702）Flinders bar による修正

（703）Flinders bar による修正

（704）Flinders bar による修正

（705）Flinders bar による修正

（706）Flinders bar による修正

（707）Flinders bar による修正

（708）Flinders bar による修正

（709）Flinders bar による修正

（710）Flinders bar による修正

（711）Flinders bar による修正

（712）Flinders bar による修正

（713）Flinders bar による修正

（714）Flinders bar による修正

（715）Flinders bar による修正

（716）Flinders bar による修正

（717）Flinders bar による修正

（718）Flinders bar による修正

（719）Flinders bar による修正

（720）Flinders bar による修正

（721）Flinders bar による修正

（722）Flinders bar による修正

（723）Flinders bar による修正

（724）Flinders bar による修正

（725）Flinders bar による修正

（726）Flinders bar による修正

（727）Flinders bar による修正

（728）Flinders bar による修正

（729）Flinders bar による修正

（730）Flinders bar による修正

（731）Flinders bar による修正

（732）Flinders bar による修正

（733）Flinders bar による修正

（734）Flinders bar による修正

（735）Flinders bar による修正

（736）Flinders bar による修正

（737）Flinders bar による修正

（738）Flinders bar による修正

（739）Flinders bar による修正

（740）Flinders bar による修正

（741）Flinders bar による修正

（742）Flinders bar による修正

（743）Flinders bar による修正

（744）Flinders bar による修正

（745）Flinders bar による修正

（746）Flinders bar による修正

（747）Flinders bar による修正

（748）Flinders bar による修正

（749）Flinders bar による修正

（750）Flinders bar による修正

（751）Flinders bar による修正

（752）Flinders bar による修正

（753）Flinders bar による修正

（754）Flinders bar による修正

（755）Flinders bar による修正

（756）Flinders bar による修正

（757）Flinders bar による修正

（758）Flinders bar による修正

（759）Flinders bar による修正

（760）Flinders bar による修正

（761）Flinders bar による修正

（762）Flinders bar による修正

（763）Flinders bar による修正

（764）Flinders bar による修正

（765）Flinders bar による修正

（766）Flinders bar による修正

（767）Flinders bar による修正

（768）Flinders bar による修正

（769）Flinders bar による修正

（770）Flinders bar による修正

（771）Flinders bar による修正

（772）Flinders bar による修正

（773）Flinders bar による修正

（774）Flinders bar による修正

（775）Flinders bar による修正

（776）Flinders bar による修正

（777）Flinders bar による修正

（778）Flinders bar による修正

（779）Flinders bar による修正

（780）Flinders bar による修正

（781）Flinders bar による修正

（782）Flinders bar による修正

（783）Flinders bar による修正

（784）Flinders bar による修正

（785）Flinders bar による修正

（786）Flinders bar による修正

（787）Flinders bar による修正

（788）Flinders bar による修正

（789）Flinders bar による修正

（790）Flinders bar による修正

（791）Flinders bar による修正

（792）Flinders bar による修正

（793）Flinders bar による修正

（794）Flinders bar による修正

（795）Flinders bar による修正

（796）Flinders bar による修正

（797）Flinders bar による修正

（798）Flinders bar による修正

（799）Flinders bar による修正

（800）Flinders bar による修正

（801）Flinders bar による修正

（802）Flinders bar による修正

（803）Flinders bar による修正

（804）Flinders bar による修正

（805）Flinders bar による修正

（806）Flinders bar による修正

（807）Flinders bar による修正

（808）Flinders bar による修正

（809）Flinders bar による修正

（810）Flinders bar による修正

（811）Flinders bar による修正

（812）Flinders bar による修正

（813）Flinders bar による修正

（814）Flinders bar による修正

（815）Flinders bar による修正

（816）Flinders bar による修正

（817）Flinders bar による修正

（818）Flinders bar による修正

（819）Flinders bar による修正

（820）Flinders bar による修正

（821）Flinders bar による修正

（822）Flinders bar による修正

（823）Flinders bar による修正

（824）Flinders bar による修正

（825）Flinders bar による修正

（826）Flinders bar による修正

（827）Flinders bar による修正

（828）Flinders bar による修正

（829）Flinders bar による修正

（830）Flinders bar による修正

（831）Flinders bar による修正

（832）Flinders bar による修正

（833）Flinders bar による修正

（834）Flinders bar による修正

（835）Flinders bar による修正

（836）Flinders bar による修正

（837）Flinders bar による修正

（838）Flinders bar による修正

（839）Flinders bar による修正

（840）Flinders bar による修正

（841）Flinders bar による修正

（842）Flinders bar による修正

（843）Flinders bar による修正

（844）Flinders bar による修正

（845）Flinders bar による修正

（846）Flinders bar による修正

（847）Flinders bar による修正

（848）Flinders bar による修正

（849）Flinders bar による修正

（850）Flinders bar による修正

（851）Flinders bar による修正

（852）Flinders bar による修正

（853）Flinders bar による修正

（854）Flinders bar による修正

（855）Flinders bar による修正

（856）Flinders bar による修正

（857）Flinders bar による修正

（858）Flinders bar による修正

（859）Flinders bar による修正

（860）Flinders bar による修正

（861）Flinders bar による修正

（862）Flinders bar による修正

（863）Flinders bar による修正

（864）Flinders bar による修正

（865）Flinders bar による修正

（866）Flinders bar による修正

（867）Flinders bar による修正

（868）Flinders bar による修正

（869）Flinders bar による修正

（870）Flinders bar による修正

（871）Flinders bar による修正

（872）Flinders bar による修正

（873）Flinders bar による修正

（874）Flinders bar による修正

（875）Flinders bar による修正

（876）Flinders bar による修正

（877）Flinders bar による修正

（878）Flinders bar による修正

（879）Flinders bar による修正

（880）Flinders bar による修正

（881）Flinders bar による修正

（882）Flinders bar による修正

（883）Flinders bar による修正

（884）Flinders bar による修正

（885）Flinders bar による修正

（886）Flinders bar による修正

（887）Flinders bar による修正

（888）Flinders bar による修正

（889）Flinders bar による修正

（890）Flinders bar による修正

（891）Flinders bar による修正

（892）Flinders bar による修正

（893）Flinders bar による修正

（894）Flinders bar による修正

（895）Flinders bar による修正

（896）Flinders bar による修正

（897）Flinders bar による修正

（898）Flinders bar による修正

（899）Flinders bar による修正

（900）Flinders bar による修正

（901）Flinders bar による修正

（902）Flinders bar による修正

（903）Flinders bar による修正

（904）Flinders bar による修正

（905）Flinders bar による修正

（906）Flinders bar による修正

（907）Flinders bar による修正

（908）Flinders bar による修正

（909）Flinders bar による修正

（910）Flinders bar による修正

（911）Flinders bar による修正

（912）Flinders bar による修正

（913）Flinders bar による修正

（914）Flinders bar による修正

（915）Flinders bar による修正

（916）Flinders bar による修正

（917）Flinders bar による修正

（918）Flinders bar による修正

（919）Flinders bar による修正

（920）Flinders bar による修正

（921）Flinders bar による修正

（922）Flinders bar による修正

（923）Flinders bar による修正

（924）Flinders bar による修正

（925）Flinders bar による修正

（926）Flinders bar による修正

（927）Flinders bar による修正

（928）Flinders bar による修正

（929）Flinders bar による修正

（930）Flinders bar による修正

（931）Flinders bar による修正

（932）Flinders bar による修正

（933）Flinders bar による修正

（934）Flinders bar による修正

（935）Flinders bar による修正

（936）Flinders bar による修正

（937）Flinders bar による修正

（938）Flinders bar による修正

（939）Flinders bar による修正

（940）Flinders bar による修正

（941）Flinders bar による修正

（942）Flinders bar による修正

（943）Flinders bar による修正

（944）Flinders bar による修正

（945）Flinders bar による修正

（946）Flinders bar による修正

（947）Flinders bar による修正

（948）Flinders bar による修正

（949）Flinders bar による修正

（950）Flinders bar による修正

（951）Flinders bar による修正

（952）Flinders bar による修正

（953）Flinders bar による修正

（954）Flinders bar による修正

（955）Flinders bar による修正

（956）Flinders bar による修正

（957）Flinders bar による修正

（958）Flinders bar による修正

（959）Flinders bar による修正

（960）Flinders bar による修正

（961）Flinders bar による修正

（962）Flinders bar による修正

（963）Flinders bar による修正

（964）Flinders bar による修正

（965）Flinders bar による修正

（966）Flinders bar による修正

（967）Flinders bar による修正

（968）Flinders bar による修正

（969）Flinders bar による修正

（970）Flinders bar による修正

（971）Flinders bar による修正

（972）Flinders bar による修正

（973）Flinders bar による修正

（974）Flinders bar による修正

（975）Flinders bar による修正

（976）Flinders bar による修正

（977）Flinders bar による修正

（978）Flinders bar による修正

（979）Flinders bar による修正

（980）Flinders bar による修正

（981）Flinders bar による修正

（982）Flinders bar による修正

（983）Flinders bar による修正

（984）Flinders bar による修正

（985）Flinders bar による修正

（986）Flinders bar による修正

（987）Flinders bar による修正

（988）Flinders bar による修正

（989）Flinders bar による修正

（990）Flinders bar による修正

（991）Flinders bar による修正

（992）Flinders bar による修正

（993）Flinders bar による修正

（994）Flinders bar による修正

（995）Flinders bar による修正

（996）Flinders bar による修正

（997）Flinders bar による修正

（998）Flinders bar による修正

（999）Flinders bar による修正

（1000）Flinders bar による修正

なつたものとすれば、第二の地點で現われる垂直軟鐵に因る自差は

$$p\,c\,\tan I_2 = -\frac{Z_2}{Z_2 - Z_1} B_2$$ である。

これに相當する量を Flinders bar で修正し、その際新たに出來た半圓差を縦置修正用磁鉾で修正すればよい。

【例】 函館に於て船首 East に於て現われた自差をすべて修正用縦置磁鉾で修正した。船が鹿兒島に入港して同じ船首方位に對して 1°E の自差を生じた場合、垂直軟鐵に因り生じた自差を Flinders bar を用いて修正せよ。磁氣要素は次の通りである。

	傾差	水平力	垂直力
函　館	55°	0.275 Gauss	0.393 Gauss
鹿兒島	45°	0.325	0.325

鹿兒島に於て垂直軟鐵より生ずる自差は

$$-\frac{Z_2}{Z_2 - Z_1} B_2 = \frac{0.325}{-0.068} \times 1° = -4.°8$$

となる。從つて 4.°8 だけを Flinders bar を用いて修正し、新たに出來た自差 5.°8 を縦置磁鉾を赤の極を船首にして修正すればよい。

5　結　　言

以上述べた方法は、簡易自差修正法として推奨したい。一般に自差修正は Compass adjustor に一任して腫れものに觸わる様な風が見えるが海上技術者たるものの試みて頂き度いと思う次第である。殊に漁船に於て十分な航海計器を持たず時辰方位角表すら持たない現狀に於て、洋上にて何とか修正の方法は無いかと思い付いた次第である。

（水產科學研究所業績　第74號）

STUDIES ON *ISOYAKE* OR "DECREASE OF SEAWEEDS" ALONG THE COAST OF NORTHERN JAPAN.

Hikoei OHMI

Faculty of Fisheries (Hakodate), Hokkaido University

INTRODUCTION

Recently, at various places along the coast of Aomori Prefecture and southern Hokkaido, especially in Higashitsugaru-gun and Shimokita-gun facing the Tsugaru Straits and at a part in Nishitsugaru-gun facing the Japan Sea, respectively in Aomori Prefecture, and in Kayabe-gun in Hokkaido, useful algae such as *Laminaria japonica, Undaria pinnatifida* etc. have been severely decreasing in quantity, and abalones also are markedly decreasing in amount. Therefore, increased attention has been paid to the phenomena concerning *Isoyake* or "Decrease of seaweeds".

In order to investigate the condition of *Isoyake* and to study the marine flora from the point of ecology, the writer visited Higashitsugaru-gun and Shimokita-gun in August 1949 and again Shimokita-gun and Nishitsugaru-gun during July and August 1950 and Kayabe-gun in December 1950.

With the exception of Shimokita-gun, precise investigations at the above-named places have been reserved for future study, because of insufficient time for an exacting investigation. The present report, therefore, is concerned chiefly with Shimokita-gun.

Before going further, the writer wishes to express his gratitude to Mr. T. Takehana, Chief of the Ōhata Branch of Aomori Fisheries Experimental Station, for his kind assistance in the conduct of this study.

The expense of the present investigation was partly defrayed from the Scientific Research Fund of the Ministry of Education and partly by Aomori Prefectural Office. The writer offers hearty thanks for this financial assistance.

OBSERVATION

General condition along the coast of the investigated district.

In former times, the district along the coast of Mimmaya Bay, from Ippongi-mura to Cape Tappi was noted as the home habitat of Mimmaya-kombu or *Laminaria japonica*. In about 1923, ca.200,000 kan (1 kan=3.75 kgs.) of *Laminaria japonica* and considerable amount of *Undaria pinnatifida*, *Kjellmaniella crassifolia* and *Gelidium Amansii* etc. were yielded there, but since then the yield of *Laminaria japonica* has been diminishing, especially markedly since 1943. We can recognize its decline from the table1.

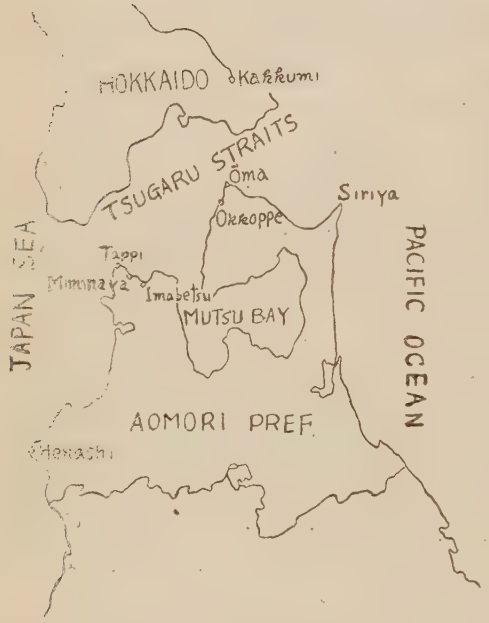


Fig. 1. Map of the Tsugaru Straits showing *"Isoyake"* region.

Table 1. Yield of *Laminaria japonica* at Mimmaya.[1]

Year	Weight in kan	Remarks
1943	47,100	Data before 1943 are unknown.
-44	879	
-45	6,784	
-46	14,000	
-47	7,780	
-48	3,700	
-49	24,000	

Fig. 2. Map of Shimokita District, Aomori Prefecture.

Since 1939, the yield of abalones has been diminishing and as a consequence causing a severe reduction of *Laminaria*. Only about 1 % of the output of former times now is being produced for household use. In this district *Sargassum Thunbergii* is found at the highest degree of luxuriancy of all algae. On the other hand, such useful algae as *Nemacystus decipiens*, *Hijikia fusiforme*, *porphyra sp.*, *Gelidium Amansii*, *G. vagum*, *Rhodoglossum pulchrum*,

1. According to statistics furnished by Mimmaya Fisheries Association.

Grateloupia Okamurai, *Ceramium rubrum*, *C. Boydenii* and *Campylaephora hypnaeoides* are found in poor development, and calcareous red algae belonging to family *Corallinaceae* are covering the substrate. *Phyllospadix iwatensis* similarly is found in abundance here and there.

At Hōroshi, Fukaura-machi, Nishitsugaru-gun, *Undaria pinnatifida* diminished in amount, so the rocky bottom at the depth of 3–4–3 fathoms is covered by thick coralline algae.

In Shimokita District, *Laminaria japonica* likewise has diminished remarkably. About 360 m. off the beach along the coast of Shimofuro, Kuwahata, Ikokuma and from Tsubana-zaki to Tarumi River at Hebiura and at a part of Ōma-machi, in zones deeper than five fathoms, *Laminaria japonica*, *Gelidium Amansii* and *Pachymenia carnosa* occurred profusely before but now are very poor in quantity. The deeper the depth, the more remarkable the degree of decrease in growth.

At the high-tide mark in an exposed area, no tendency toward reduction of algae can be recognized. For instance, at Shimofuro *Laminaria*-grounds are found only in zones at two to three fathoms deep near the water-breaker in the harbour. In spite of the remarkable decreases in *Laminaria*, *Undaria*, *Alaria* and *Rhodoglossum* there is none in *Porphyra*, *Gloiopeltis* and *Chondrus*.

Therefore, the general condition of the Shimokita coast shows that much damage has been inflicted on algae growing in a lower zone, with no damage discernable on algae growing at the high-tide mark. An additional condition indicates that such algae as *Rhodoglossum* and *Laminaria* growing in colder currents are decreasing, but such as *Hijikia*, *Sargassum Thunbergii* growing in warmer currents and some of the cold water algae like *Pelvetia* and *Rhodoglossum* show no damage.

I. Algae found in Shimokita District are arranged in order from upper zones to lower ones.

A. Growing in the littoral zone.

Porphyra sp.
Gloiopeltis furcata Post. et Rupr.
Ulva pertusa kjellm.
Enteromorpha intestinalis (L.) Link
Chaetomorpha Linum (Muell.) Kuetz.
Cladophora densa Harv.
C. utriculosa Kuetz.
Gigartina intermedia Sur.
Gracilaria confervoides (L.) Grev.
Hijikia fusiforme (Harv.) Okam.
Caulacanthus Okamurai Yamada
Pelvetia Wrightii (Harv.) Yendo
Rhodomela Larix (Turn.) C. Ag.
Sargassum Thunbergii (Mert.) O. Kuntze
Heterochordaria abietina (Rupr.) Set. et Gard.
Gymnogongrus flabelliformis Harv.
Pachymenia carnosa J. Ag.

Grateloupia filicina (Wulf.) Ag.
G. divaricata Okam.
G. Okamurai Yamada
Hydroclathrus clathratus (Bory) Howe
Lomentaria catenata Harv.
Bryopsis hypnoides Lamx.
Carpopeltis flabellata (Holm.) Okam.
Coccophora Langsdorfii (Turn.) Grev.
Chondria dasyphylla (Woodw.) C. Ag.
Symphyocladia latiuscula (Harv.) Yamada
Gigartina unalaskensis Rupr.
Neodilsea Yendoana Tokida
Chondrus ocellatus Holmes

B. Growing under the littoral zone.

Chondrus pinnulatus (Harv.) Okam.
Grateloupia turuturu Yamada
Rhodoglossum pulchrum (Kuetz) S. et G
Acrosorium Yendoi Yamada
Sargassum confusum Ag.
Cystophyllum hakodatense Yendo
Campylaephora hypnaeoides J. Ag.
Sargassum Horneri (Turn.) C. Ag.
Codium fragile (Sur.) Hariot
Gelidium Amansii Lamx.
G. subfastigiatum Okam.
G. vagum Okam.
Pterocladia tenuis Okam.
Laminaria japonica Aresch.
Kjellmaniella crassifolia Miyabe
Undaria pinnatifida (Harv.) Sur.
Costaria costata (Turn.) Saund.
Alaria crassifolia Kjellm.

C. Coralline algae which destroy *Laminaria*-grounds are as follows: ——
Order *Cryptonemiales*
Family *Corallinaceae*

Lithothamnion japonicum Fosl.
★ *L. fretense* Fosl.
★ *Dermatolithon sp.*
Lithophyllum Okamurai Fosl.
L. Yendoi Fosl.
★ *L. sp.*
★ *Porolithon sp.*
Amphiroa sp.
Cheilosporum yessoense Yendo
★ *C. anceps* Yendo
Corallina officinalis L.
C. pilulifera P. et R.

★ Identified by Dr. S. Segawa, to whom the writer wishes to express his best thanks.

Ⅱ. General aspect of yield of useful algae.

Table 2. Yield of *Laminaria japonica* in Aomori Prefecture.[2]

Year	Weight in kan (1kan = 3.75kgs.)	Year	Weight in kan (1kan = 3.75kgs.)	Year	Weight in kan (1kan = 3.75kgs.)
1884	42,158	1906	932,413	1928	810,636
-85	unknown	-07	334,649	-29	1,973,358
-86	unknown	-08	375,431	-30	1,178,818
-87	46,000	-09	125,931	-31	1,736,237
-88	unknown	-10	161,923	-32	1,228,015
-89	155,470	-11	189,400	-33	1,182,336
-90	150,688	-12	123,050	-34	1,866,125
-91	75,022	-13	344,380	-35	1,605,036
-92	219,669	-14	169,920	-36	765,121
-93	205,658	-15	199,465	-37	1,808,740
-94	221,316	-16	358,490	-38	1,132,860
-95	112,171	-17	508,751	-39	2,572,047
-96	227,150	-18	512,200	-40	1,622,111
-97	236,900	-19	626,511	-41	785,231
-98	175,350	-20	435,796	-42	477,413
-99	1,022,080	-21	359,230	-43	447,403
1900	181,704	-22	377,648	-44	605,638
-01	245,285	-23	521,756	-45	170,000
-02	252,499	-24	854,120	-46	936,335
-03	156,978	-25	815,770	-47	512,480
-04	317,679	-26	726,174	-48	1,673,783
-05	329,236	-27	1,858,885		

Ⅲ. Yield of Useful Algae in Shimokita District.[3]

Table 3-A. OKKOPPE (Weight in kan)

Year	*Laminaria*	Year	*Laminaria*
1936	21,333	1944	106,958
-37	85,961	-45	1,680
-38	4,915	-46	87,875
-39	86,856	-47	12,682
-40	125,228	-48	33,878
-41	74,044	-49	98,000
-42	96,974	-50	48,000
-43	39,954		

Table 3-B. HEBIURA

Year	*Laminaria*	*Gloiopeltis*	*Undaria*	*Hijikia*	*Pachymenia*
1945	14,200	1,400	8,300	—	620
-46	17,000	1,200	6,200	8,600	500
-47	—	2,260	7,500	3,600	—
-48	500	2,800	6,200	4,500	—
-49	1,008	3,000	4,200	—	300
-50	3,500	3,000	5,000	—	350

DISCUSSION

According to Okamura's description on "Decrease of seaweeds" in Shimokita District[4], the oldest phenomenon took place about 1830. He mentions that algae were totally destroyed at that time, and fishermen without necessary equipment could easily catch abalones creeping on the beach because of lack

2. By the Statistics of Agriculture and Forestry.

3. Available statistics from various local fisheries associations in each area.

4. Okamura, K. (1915): Investigation on "Isoyake" in Shimokita-gun, Aomori Prefecture. (In Japanese). Aomori Prefectural Office.

Table 3-C. IKOKUMA

Year	*Laminaria*	*Gloiopeltis*	*Undaria*	*Rhodoglossum*	*Pachymenia*
1947	4,096	2,163	5,526	616	454
-48	4,345	2,169	5,276	494	740
-49	64	2,553	963	818	992
-50	——	2,430	2,540	520	400

Table 3-D. SHIMOFURO

Year	*Laminaria*	*Gloiopeltis*	*Undaria*
1945	103	1,788	——
-46	344	2,568	4,110
-47	296	2,586	5,660
-48	100	2,664	3,579
-49	——	2,899	2,035
-50	——	2,652	4,720

Table 3-E. IWAYA

Year	*Laminaria*	*Gloiopeltis*	*Undaria*
1947	——	2,200	3,600
-48	6,500	3,500	800
-49	——	3,738	160
-50	7,000	3,050	3,140

of food. Thereafter, remarkable decreases of seaweeds also took place in 1895, 1902 and from 1909 to 1915.

Generally speaking, we can cite natural causes and artificial ones for the decrease of algae. The former are due mainly to the change of currents and the latter are chiefly due to floods originating from disforestation at head-waters.

In the latter event it happens that as the quality of the water and the condition of the substrata are changed the algae are covered directly by mud and soon die.

According to Imabetsu fishermen, propagation of *Laminaria* at Imabetsu-mura along the coast of Mimmaya Bay has been disturbed by the minute chips of wood discharged from a wood mill lately built at the estuary of Imabetsu River.

In Shimokita District, volcanic ashes drifted and heaped up in layers upon the sea-bottom at less than 14–15 fathoms during the eruption of Mt. Komagadake in June 1929. The volcanic pile was the largest between Ōma and Shikkari. At Hebiura it piled up 1 m. At Iwaya and Shiriya, Higashidōri-mura, it also heaped up heavily. Thus *Laminaria*-grounds were destroyed and coralline algae increased in luxuriancy taking the place of *Laminaria*.

Adding another point of information, people say that at Shimofuro hamlet in Kazamaura-mura muddy waters stayed a fortnight approximately 2 miles off the shore because of the overflowing of Shimofuro River caused by heavy rainfall in September 1937. As mud piled heavily on the water bottoms, the depth became shallower and thus *Laminaria* rapidly decreased in quantity.

When we look over the current in the Tsugaru Straits in order to examine the above mentioned facts, one finds that the warmer current flowing northward in the Japan Sea weakens its influence at the tip of Cape Tappi, Aomori Prefecture, and divides into two streams in the neighbourhood of Islands Ōshima and Kojima lying in Province Oshima, Hokkaido. The main current moves northward along the coast of the Japan Sea, and the branch enters eastward into the Tsugaru

Straits. The latter again divides into two, one flowing from Oma-zaki to Cape Shiriya and the other along the shore of Shimokita District. The last one partially flows backward to Oma-zaki through Ikokuma and Hebiura touching against Yakeyama-zaki, then partially flowing towards Cape Shiriya and again back to Ohata. By the influence of these currents, Ikokuma River and other streams sometimes run from Hebiura to Oma, while at other times they take the contrary direction towards Cape Shiriya.

In both cases, however, the writer is convinced that they do not strongly influence the algae vegetal growth in view of their feeble capacity.

When the writer visited Kakkumi Fisheries Association, Province Oshima, Hokkaido in December 1950 for the purpose of examining the condition of the grounds exploded in November 1949, he was acquainted with the splendid results showing large increase in reproduction of algae. The new substrata made by explosion with dynamite were covered with far richer young fronds of *Laminaria* than in other places as shown in the accompanying table.

The growth frequency of young *Laminaria* fronds per one irregularly polygonal rock splinter, ca. 27–45 cm. diam. is as Table 4:—

Table. 4

Number of fronds	Number of rock splinter	Remarks
0– 5	16	Average number of fronds attaching on a rock splinter of the substrata left as they were before is less than 3.
6–10	23	
11–15	6	
16–20	6	
21–25	3	
26–28	2	
Average 9.7	Total 56	

Since shore-waves beat with considerable power at right angles upon the bottom where the depth of water is shallower than 7–8 fathoms, the setting down of rocks and stones to improve the propagation of algae can hardly be expected to give remarkable effects since the rocks and stones are often buried under the sand if they are placed down between the two long blocks of rock surrounded by sand lying at right angles to the shore as shown in Fig. 3. A. They should thus be arranged between two blocks of rock parallel with the shore (as shown in Fig. 3. B.) to prevent being buried under the sand.

CONCLUSION

The results obtained from the writer's investigation are as follows:

1. The decrease of seaweeds along the coast of Aomori Prefecture is directly attributable to the fact that volcanic ashes from the eruption of Mt. Komagadake in 1929, drifted and heaped upon the water bottoms where *Laminaria* and other

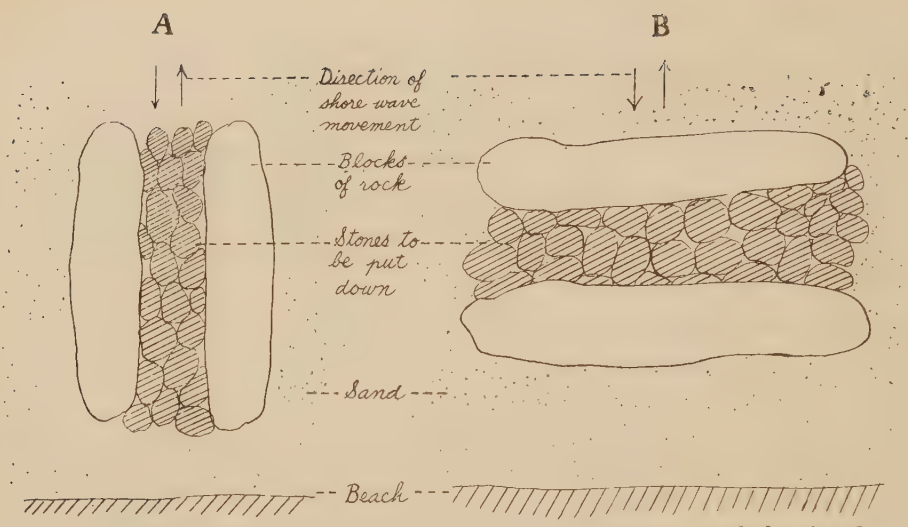


Fig. 3. Diagram illustrating the relation between the arrangement of blocks of rock and stones to be put down.
A. Ineffective arrangement.
B. Recommended arrangement.

useful algae were growing in abundance thus causing the destruction of the algal vegetation.

This is deduced from the following two facts:—

1. The normal growth of such high-tide mark algae as *Gloiopeltis furcata* remained unaffected.

2. The volcanic ashes that had drifted on the shore were carried about 200 to 300 m. away from the high hide mark by the wave action then sank to the bottom, where white-colored deposits may be observed.

II. Resulting from a predominance of warm current, the algae of the colder currents, such as *Laminaria* and *Alaria* not only received a setback in their propagation, but also, and contrary to it, coralline algae, the original inhabitants of the warmer currents were quickened to vegetate.

III. The writer is not convinced that the present phenomenon under concern is a temporary one owing to changes in the quality of water, for the same phenomenon is recognizable along the coast of Kameda-gun, Kayabe-gun and Matsumae-gun, all in the Province of Oshima in Hokkaido at the opposite side of the Tsugaru Straits where there are no large rivers which seem to affect the quality of the adjacent sea-water. A similar condition obtains related to the rivers in Shimokita District in Aomori Prefecture.

IV. Taking adequate measures to meet the decrease of algae should be based upon the ecological study on coralline algae, which are harmful to *Laminaria*, especially

in clarifying their fructifying season.

V. Of the methods now well-established to overcome the decrease of useful algae and to improve their propagation i. e., 1. raking away obstructions from substrata; 2. exploding them with dynamite; and 3. setting sea-bottoms with rocks and stones to be attached to by algae the one that the writer has found most effetive is the explosion of obstructions on the sea-bottoms. This one is recommended on the basis of examination findings, especially for large-scale operations.

Literatures cited.

(1) Okamura, K. (1915) : Investigations on "Isoyake" in Shimokitagun, Aomori Prefecture. (in Japanese) Aomori Prefectural Office.

(2) Yendo, K. (1903) : Investigations on "Isoyake" (decrease of seaweed). (in Japanese) Jour. Imp. Fish. Bureau, Vol. XII, *No.* 1. pp. 1–33.

(3) —— (1903) : "Isoyake" in the Prefecture of Chiba. (in Japanese) ibid., pp. 34–38.

(4) —— (1903) : Relation between the Current and the Distribution of the Marine Vegetation in Tokyo Bay. (in Japanese) ibid., pp. 39–47.

(水產科學研究所業績 第 75 號)

昭和二十六年六月十五日印刷
昭和二十六年七月一日發行

函館市港町
北海道大學水產學部
編輯人　谷川英一

札幌市南一條西七丁目
印刷所　文昭堂印刷所
電話(2)—三、二八五番
(3)—一、六八九番

札幌市南一條西七丁目
印刷人　井上三郎

發行所　北海道大學水產學部

BULLETIN
OF THE
FACULTY OF FISHERIES
HOKKAIDO UNIVERSITY

VoL. 2, No .1

CONTENTS

Studies on *Pandalus hyposinotus BRANDT* in Funka bay, Hokkaido.
.....Takao IGARASHI (1)

Chemical Studies on Marine Deposits.
3. On the Distribution of Marine Humus Contents in the Sea to the North-west of Hokkaido Island.....Kenji KATO (10)

Chemical Studies on the Seaweeds.
3. The Nitrogen Distribution of *Porphyra* by kinds and Seasons. .....
..... Mitsuzo TAKAGI (31)

On the Metabolism of Penicillium.
1. Relation of Metabolism and Oxidation-Reduction Potential in Media.
.....Katsuji YOSHIMURA (43)

Studies on the Manufacture of Conservative Marine Food Products.
Ⅵ. The Amount of Formaldehyde Permeating into the Fish Muscle by Liquid Smoking and the Preservative Effects.
..... Eiichi TANIKAWA, Minoru AKIBA and Goro IMAI (51)

Ⅶ. The Preservative Quality of a Steamed-Dried Fish Products, Trade Mark as "UMINOHOSHI".
.....Eiichi TANIKAWA, Susumu AKIBA and Terushige MOTOHIRO (55)

Ⅸ. On the Manufacture of Pressed-Dried Fish.
.....Eiichi TANIKAWA, Minoru AKIBA and Terushige MOTOHIRO (65)

Chemical Studies on Sea-water.
Part 1. On the Determination of Halogen (1).....Noboru SUZUKI (69)

On the Efficacy of Net Preservatives.
.....Giichi KAWASAKI and Motokazu UENO (81)

A Study on Fishing Trawl operated in Any Depth of Sea-water.(Continued).
On the Relations between the Length of Warp and the Frontage of Otter-board..... Kiichiro.KOBAYASHI and Hiroya TAKAHASHI (86)

On the Latitude by Ex-meridian Altitude by CH^2 Table.
.....Masaaki HYUGA and Takashi HIRAIWA (90)

Studies on Magnetic Compass Correction..... .....Masaaki HYUGA (100)

Studies on *Isoyake* or "Decrease of Seaweeds" along the Coast of Northern Japan.
.....Hikoei OHMI (109)